



2017, 2(1), 27-43

Tip 1 Diyabetli Sporcularda Glisemik Komplikasyonlar: Önlenmesi ve Yönetimi  
Glycemic Complications in Type 1 Diabetic Athletes: Prevention and Management

Beril KÖSE\*, Gizem ASIRLI

*\*Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara, Türkiye*

**Özet**

Diyabet, günümüz insanların yaşam koşullarından dolayı tüm dünyada hızla yayılmakta olan ve yüksek mortalite ve morbidite riski taşıyan bir hastalıktır. Tip 1 diyabet, pankreatik B hücrelerinin oldukça spesifik bir şekilde tahrip edilmesinden kaynaklanmakta ve kronik hiperglisemi ile sonuçlanmaktadır. Tip 1 diyabetli bireylerin hayatta kalabilmesi için kronik olarak eksojen insülin enjeksiyonu yapılması gerekmektedir. Son yıllardaki veriler Tip 1 diyabet insidansının artmakta olduğunu göstermektedir. Diyabet yönetiminin önemli bir amacı aşırı hipoglisemi olmadan erişilebilen normal hemoglobin A1c'yi (HbA1c) elde etmektir. Egzersiz, kas büzülme hızına, kuvvetine ve enerji substratlarının kullanımına bağlı olarak aerobik ve anaerobik olmak üzere iki farklı kategoriye ayrılmaktadır. Bu iki egzersiz kategorisi, diyabetli kişilerde kan glikoz düzeyleri üzerinde farklı etkilere sahiptir. Tip 1 diyabetli bireyler, sürekli orta şiddette egzersiz sırasında ve sonrasında hipoglisemiye duyarlıyken; aralıklı yüksek şiddette egzersiz sırasında hiperglisemiye duyarlıdır. Hipoglisemi, egzersizden sonra 24-36 saate kadar sürebilir veya gecikebilir. Egzersizin; terleme, baş dönmesi ve yorgunluk gibi bazı hipoglisemi semptomlarını maskeleyiği bilinmektedir. Tip 1 diyabetli kişiler egzersiz sırasında glikoz seviyelerini doğru olarak tahmin edemeyebilir veya hipoglisemik hissedemeyebilirler. İnsülin ile tedavi edilen hastalar; kan glikozu monitorizasyonu, insülin enjeksiyonun yeri ve miktarı, uygun diyet takviyesi ile ilgili bazı basit kurallara uyarak egzersize bağlı hipoglisemi ve hiperglisemi riskini sınırlayabilirler.

**Anahtar Kelimeler:** Glisemik komplikasyonlar, tip 1 diyabet, diyabet

## Abstract

Diabetes is a disease spreading rapidly all over the world due to the living conditions of today's people and a risk of high mortality and morbidity. Type 1 diabetes mellitus (T1DM) results from a highly specific immune-mediated destruction of pancreatic cells, resulting in chronic hyperglycemia. Individuals living with T1DM require chronic injection of exogenous insulin for survival. Recent data demonstrates that the incidence of T1DM is increasing. An important goal of diabetes management is to achieve as near normal hemoglobin A1c (HbA1c) as can be attainable without excessive hypoglycemia. Exercise can be categorized into two different types: aerobic and anaerobic, depending on the speed and force of muscle contraction and the utilization of energy substrates. These two categories of exercise have diverging effects on blood glucose levels in persons with diabetes. Individuals with Type 1 diabetes mellitus are susceptible to hypoglycemia during and after continuous moderate intensity exercise, but hyperglycemia during intermittent high-intensity exercise. Hypoglycemia may occur during or be delayed by up to 24 to 36 h after exercise. It is well-known that exercise masks some of the symptoms of hypoglycemia, such as sweating, dizziness, and tiredness, and young people with type 1 diabetes are unable to estimate their glucose levels accurately or sense hypoglycemia during exercise. Insulin-treated patients can limit the jeopardy of exercise induced hypo or hyperglycemia by respecting some simple rules concerning blood glucose monitoring, site and amount of insulin injections and appropriate dietary supplementation.

**Keywords:** Glycemic complications, type 1 diabetes mellitus, diabetes

© 2017 Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi. Tüm Hakları Saklıdır.

---

## 1. Giriş

Spor ve fiziksel aktivitede esnasında gelişebilecek ani ölümlerin farklı nedenleri bulunmaktadır. Bu durumu kapsayan 10 koşuldan birisi, diyabettir (Casa ve ark., 2012). Diyabet, günümüz insanların yaşam koşullarından dolayı tüm dünyada hızla yayılmakta olan ve yüksek mortalite ve morbidite riski taşıyan bir hastalıktır (Yorulmaz, 2013). Diyabet, mutlak veya göreceli olarak insülin eksikliği veya insülin direnciyle karakterize, hiperglisemiye neden olan metabolik bir bozukluktur. Tip 1 (juvenil) ve Tip 2 (adult) olmak üzere iki tipi bulunmaktadır (Kasımay & Metin, 2009).

Tip 1 diyabet, pankreatik  $\beta$  hücrelerinin oldukça spesifik bir şekilde tahrip edilmesinden kaynaklanmakta ve kronik hiperglisemi ile sonuçlanmaktadır. Tip 1 diyabetli bireylerin hayatta kalabilmesi için kronik olarak eksojen insülin enjeksiyonu yapılması gerekmektedir (Horton ve ark., 2016). Tip 1 diyabet belirtileri hızla gelişir ve hiperglisemi ile ilişkilidir. Semptomlar arasında sık idrara çıkma, susuzluk, açlık ve polifaji, vücut ağırlığı kaybı, görme bozukluğu, yorgunluk ve ketozis bulunmaktadır (Jimenez ve ark., 2007). Son yıllardaki veriler Tip 1 diyabet insidansının artmakta olduğunu göstermektedir (Horton ve ark., 2016). Günümüzde, insülin terapisinde birçok ilerlemenin ortaya çıkması ve plazma glikozunun izlenmesindeki gelişmelerle birlikte, Tip 1 diyabetli bireylerin yaşam beklentisinde iyileşme görülmektedir. Bu hastalığa sahip bireyler en üst düzey rekabete dayanan sporlar dallarına dahi katılabilmektedir (Horton ve ark., 2016).

Diyabet yönetiminin önemli bir amacı aşırı hipoglisemi olmadan erişilebilen normal hemoglobin A1c'yi (HbA<sub>1c</sub>) elde etmektir (Taplin ve ark., 2010). HbA<sub>1c</sub> seviyelerini %7'den daha düşük tutmak için glikoz kontrolünü sürdürmek gerekmektedir. Glikoz kontrolünü sağlayarak HbA<sub>1c</sub> seviyesini %7'nin altında tutmak, diyabetin retinopati, nefropati, nöropati ve makrovasküler komplikasyonlar gibi mikrovasküler ve makrovasküler komplikasyon riskini azaltmaktadır (Wong ve ark., 2015).

Hipoglisemi ve hipoglisemi korkusu, özellikle Tip 1 diyabetli hastalarda glisemik kontrol hedeflerine ulaşmaya engel olmaktadır (Taplin ve ark., 2010). Günümüzde diyabetli hastalar için oluşturulan çeşitli cep telefonu uygulamaları bulunmaktadır. On bir farklı mobil uygulamanın tespit edilerek, diyabet hastalarının izlenmesine yardımcı olmak için kullanıldığı bir çalışmada; bu uygulamaların hastalar tarafından kullanılmasının, hastalarda özellikle potansiyel hipoglisemik olaylarla nasıl başa çıkacaklarını bilememek gibi korkularında azalma oluşmasının yanı sıra diyabetle başa çıkma konusunda da daha özgüvenli oldukları sonucunu ortaya koymuştur. Bu mobil uygulamaların içerisinde; sağlık verilerinin depolanması, fizyolojik parametreler hakkında geri bildirim, motivasyon mesajları, sağlıklı bir diyet ve egzersize yardımcı özellik, insülin dozaj ayarı için özellikler, sağlık uzmanlarıyla sohbet ve video konferansı yapma, ilaç tedavisine uyum için alarm, sağlık hedefleri ve karbonhidrat alımı hesaplama gibi farklı özellikler yer almaktadır. Ayrıca; bu uygulamaların kullanımı HbA<sub>1c</sub> 'nin kontrolünü artırmaya da yardımcı olabilmektedir (Bonoto ve ark., 2017).

Tip 1 diyabetli hastaların sayısı ve beklenen ortalama yaşam süresi arttıkça klinisyenlerin hastaları için uygun yönetim stratejilerini anlamaları büyük önem kazanmaktadır (Horton ve ark., 2016). Diyabet eğitimi veren klinik çalışanların içerisinde; hemşire, diyetisyen, mesleki terapist, eczacı, hekim, fizyoterapist, optometrist, sosyal yardım uzmanı, klinik psikolog, egzersiz fizyoloğu, sağlık eğitmeni gibi meslek gruplarının yer alması gerekmektedir (Bahadır & Atmaca, 2012).

Bu derlemenin amacı; mevcut literatürü özetlemek ve klinik çalışanlarına Tip 1 diyabetli sporcuların egzersiz protokolü ile ilgili karar vermede yardımcı olmaktır.

### **Diyabet ve Egzersiz**

Egzersiz; plazma glikozunu ve HbA<sub>1c</sub>'yi düşürmekte, bazal ve postprandiyal insülin seviyelerini azaltmakta, insülin duyarlılığını arttırmakta ve lipit profilini düzeltmektedir (Bahadır & Atmaca, 2012). Sağlıklı kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; Tip 1 diyabete sahip sporcular, egzersizin hemen hemen tüm sağlığa ilişkin faydalarını yaşamaktadır. Bunlar arasında; yaşam kalitesinin artması, kan basıncında azalma, lipit anormalliklerinde düzelme, insülin duyarlılığında artış, insülin gereksiniminde azalma, daha düşük HbA<sub>1c</sub> seviyeleri, gelişmiş endotel fonksiyonları ve aerobik dayanıklılıkta düzelmeler gibi esaslar yer almaktadır. Bu avantajlara rağmen; Tip 1 diyabetli sporcular, hipoglisemi riskinin artışı gibi çeşitli kaygılara bağlı olarak sürekli bir mücadele halindedir (Horton ve Subauste ve ark., 2016). İnsülin ile tedavi edilen hastalar; kan glikozu monitorizasyonu, insülin enjeksiyonunun yeri ve miktarı, uygun diyet takviyesi ile ilgili bazı basit kurallara uyararak egzersize bağlı hipoglisemi ve hiperglisemi riskini sınırlayabilmektedir (Feo ve ark., 2006).

Bir saatten daha kısa süreli yapılan düşük – orta şiddetli aerobik fiziksel aktiviteler, Tip 1 diyabetli bireylere önerilmektedir. Fakat; özel dakiklik gerektiren (araba ya da motorsiklet yarışları, tüplü dalış, kaya tırmanışı) ve ağırlık kaldırma sporları, olası hipoglisemi veya retinal kanama riskini arttırması nedeniyle önerilmemektedir (Feo ve ark., 2006).

Egzersiz, kas büzülme hızına, kuvvetine ve enerji substratlarının kullanımına bağlı olarak aerobik ve anaerobik olmak üzere iki farklı kategoriye ayrılmaktadır. Bu iki egzersiz kategorisi, diyabetli kişilerde kan glikoz düzeyleri üzerinde farklı etkilere sahiptir (Riddell & Perkins, 2009).

Tipik olarak, uzamış orta şiddetli aerobik egzersiz (%30-70 VO<sub>2max</sub>) egzersizin başlangıcında insülin düzeylerinde düşüş yaratarak glikoz konsantrasyonunda azalmaya neden olmaktadır (Riddell & Perkins,

2009). Anaerobik solunum, aerobik solunum ile oluşan dolaşımdaki glikoz alımına karşı kas glikojenindeki hücre içi depoları metabolize etmektedir. Bu hormonlar çalışmayan kaslardaki insülinin etkilerini antagonize etmekte, böylece kasların kullanabilmek için mevcut glikoz miktarını arttırmaktadır (Perkins & Riddell, 2006). Ayrıca; anaerobik egzersizler, insülin kullanılabilirliğinde bir artış ile dengelenemeyen katekolamin seviyelerindeki yükselme nedeniyle de tip 1 diyabetlilerde sıklıkla kan glikoz düzeylerinde artışa neden olmaktadır (Riddell & Perkins, 2009). Uygun olmayan şekilde düşük bazal insülin konsantrasyonlarına sahip hasta, egzersize bağlı ketoasidoz için bir risk oluşturmaktadır (Perkins & Riddell, 2006).

Moser ve ark. (2015) egzersiz öncesi standart yemeklerin uygulandığı ve kısa etkili insülin dozunun, ortalama egzersiz yoğunluğuna bağlı olarak %25, %50 ve %75 oranında azaltıldığı, egzersizden 24 saat sonra interstisyel glikozun sürekli glikoz izleme sistemi ile ölçülerek gözlemlendiği bir çalışma planlamıştır. Bu çalışmaya göre aerobik yüksek yoğunluklu egzersizin hormonlar üzerindeki etkisi incelendiğinde, %25 oranında insülin dozu azaltılmış olan bireylerde kan glikozu azalmasının da anlamlı derecede düşük olduğu sonucunu ortaya koymuştur. Aerobik egzersiz sırasında kas içerisine glikoz girişi, artmış hepatik glikoz çıkışı için bir gereksinime neden olmaktadır. Eğer insülin dozları egzersize uyum sağlayacak şekilde değiştirilmezse, insülin konsantrasyonları genel olarak nispeten yüksek olacak ve hepatik glikoz çıkışı engellenecektir. Göreceli insülin fazlalığının olduğu bu gibi durumlarda hiperglisemi ve ketoasidoz pek olası komplikasyonlar değildir. Bununla birlikte oral karbonhidrat alımı, kan glikoz konsantrasyonunu korumak ve hipoglisemiyi önlemek için gereklidir (Perkins & Riddell, 2006).

Tip 1 diyabetli bireyler; sürekli orta şiddetli egzersiz sırasında ve sonrasında hipoglisemiye duyarlıyken, aralıklı yüksek şiddette egzersiz sırasında hiperglisemiye duyarlıdırlar. Iscoe ve Riddell (2011) Tip 1 diyabetlilerde öğleden sonra yapılan iki değişik egzersizin (Sürekli orta şiddetli egzersiz; sürekli orta şiddetli egzersiz + aralıklı yüksek şiddetli egzersiz) fizyolojik ve glisemik yanıtının karşılaştırıldığı bir çalışmada; belirgin kardiyorespiratuar farklılıklara rağmen egzersiz çalışmaları sırasında interstisyel glikoz ve plazma glikoz düzeylerinin azalması arasında farklılık bulunamamıştır. Bu iki egzersiz tipinde glikoz düzeyindeki azalma benzer olsa da, egzersizin sürekli orta şiddetli egzersiz + aralıklı yüksek şiddetli egzersiz formundaki biçiminin Tip 1 diyabetlilerde hipoglisemiyi koruyabileceği sonucuna varılmıştır ( Iscoe & Riddell, 2011).

## Hipoglisemi

Normal bireylerde; egzersize bağlı hiperinsülinemi, hepatik glikoneogenez ve glikojenoliz artmaktadır. Tam tersi olarak, önceden enjekte edilen insülin miktarına bağımlı olan Tip 1 diyabetlilerde bu mekanizmaya güvenilmez. Bu nedenle, tam insülin etkisi altındaki egzersiz yapan diyabetik hasta, şiddetli hipoglisemi riski altındadır. Bu kişilerin hepatik glikoz çıktısı, periferik talep kadar artmamaktadır (Feo ve ark., 2006). Böyle durumlarda gelişen hipoglisemi, egzersizden sonra 24-36 saate kadar sürmekte veya gecikmektedir (Perkins & Riddell, 2006).

Ciddi hipoglisemi riski; erkekler, ergenler ve daha önce şiddetli hipoglisemi geçirenlerde daha yüksektir. Yanıtlar bireyselleştirilmiş olmasına rağmen, hipoglisemi belirtileri ve bulguları tipik olarak kan glikoz seviyeleri 70 mg/dL 'nin altına düştüğünde ortaya çıktığı bilinmektedir. Çoğu zaman hipoglisemi; egzersiz sırasında ve sonrasında insülinizasyonun bir sonucudur (Jimenez ve ark., 2007). Egzersiz sırasında veya sonrasında gelişen hipoglisemi, şiddetli hipogliseminin en sık nedeni olarak tanımlanır ve geceleri en şiddetli ataklar meydana gelebilmektedir. Egzersiz sonrası hipoglisemi riskini azaltmak önemlidir (Taplin ve ark., 2010). Hafif ve ağır hipoglisemiler için tedavi rehberi Tablo 1'de verilmiştir (Casa ve ark., 2012).

**Tablo 1.** Hafif ve ağır hipoglisemiler için tedavi rehberi (Casa ve ark., 2012)

Hafif Hipoglisemi	Ağır Hipoglisemi
1.) 10- 15 gram hızlı etkili karbonhidrat ver. (4-8 glikoz tablet, 2 çorba kaşığı bal)	1.) Acil sağlık hizmetlerini etkinleştir
2.) Kan glikoz seviyesini ölç	2.) Enjeksiyon için glukagon hazırla, glukagon kiti yönergelerini takip et
3.) 15 dakika bekle ve kan glikoz seviyesini tekrar ölç	3.) Sporcu bilinçli ve yutmayı becerildikten sonra yiyecek sağla
4.) Kan glikoz seviyesi düşük kalırsa, 10-15 gram daha hızlı etkili karbonhidrat ver	
5.) 15 dakika içerisinde kan glikozunu tekrar kontrol et	
6.) İkinci doz karbonhidrattan sonra kan glikozu değeri normale dönmezse acil sağlık hizmetlerini etkinleştir	
7.) Bir kez kan glikoz seviyesi normale döndüğünde bir atıştırma hazırla (Simit, sandviç gibi)	

### **Egzersiz öncesi hipoglisemi**

Aerobik egzersiz, insülin uygulaması olan bir öğünden sonra 3 saat içinde yapılırsa, aktivitenin yoğunluğuna ve süresine bağlı olarak, yemek zamanı insülin dozunun % 25-75 oranında azaltılmasıyla hipoglisemik risk hafifletilebilmektedir (Riddell, 2016). Tablo 2'de Tip 1 diyabetli hastalarda aerobik egzersiz için yemek öncesi yapılacak hızlı etkili insülin dozunun azaltılmasına yönelik kılavuza yer verilmiştir (Riddell, 2016).

**Tablo 2.** Tip 1 diyabetli hastalarda aerobik egzersiz için yemek öncesi yapılacak hızlı etkili insülin dozunun azaltılmasına yönelik kılavuzlar (Riddell, 2016)

Aerobik Egzersiz Yoğunluğu	Yemek Öncesi Bolus İnsülin Dozunda Yüzdeler Düşüş	
	30 dakika egzersiz	60 dakika egzersiz
Düşük	25	50
Orta	50	75
Yüksek	75	-

### **Egzersiz sırasında hipoglisemi**

Egzersiz sırasında Tip 1 diyabetli kişilerde kan glikozunun dengelenmesi; öncelikle epinefrin, norepinefrin, glukagon, büyüme hormonu ve kortizolün nöroendokrin yanıtları ile eksojen olarak enjekte edilen insülin seviyeleri tarafından belirlenmektedir (Iscoe & Riddell, 2011). Egzersiz sırasında uygun olmayan şekilde yüksek insülin konsantrasyonunun ayarlanması ile hepatik glikoz çıkışı inhibe edilmekte ve hipoglisemiye neden olmaktadır (Perkins & Riddell, 2006). Iscoe ve Riddell (2011) sürekli orta şiddetli egzersiz ve sürekli orta şiddetli egzersiz + aralıklı yüksek şiddetli egzersiz sonrasında karşılaştırıldığı bir çalışmada; tükürük kortizolü, epinefrin ve norepinefrin düzeylerinde benzer artışlar olduğunu ortaya koymuştur. Çalışma öncesinde sürekli orta şiddetli egzersiz + aralıklı yüksek şiddetli egzersiz denemesindeki yüksek yoğunluklu sprintlerin, tarif edildiği gibi sürekli orta şiddetli egzersiz denemesine kıyasla daha belirgin katekolamin tepkileri ortaya çıkaracağı öngörülmüş fakat sonuçlar bu yönde çıkmamıştır (Iscoe & Riddell, 2011).

Egzersiz; terleme, baş dönmesi ve yorgunluk gibi bazı hipoglisemi semptomlarını maskeleydiği bilinmektedir. Tip 1 diyabetli bireyler egzersiz sırasında glikoz seviyelerini doğru olarak tahmin edemeyebilir veya hipoglisemik hissedemeyebilirler (Riddell & Perkins, 2009).

### **Egzersiz sonrası hipoglisemi**

Egzersiz, tamamlandıktan 6-15 saat sonra hipoglisemi riskini artırır. Bu durum hücre yüzeyine glukoz taşıyıcı tip 4 (GLUT-4) translokasyonunun uzamış artışından kaynaklanan insülin duyarlılığının artması nedeniyle oluşmaktadır. Bazı egzersiz formları hipoglisemiye yol açmadığı gibi bazı yoğun egzersiz formları hipergliseminin potansiyel nedenleri olarak tanımlanmıştır (Horton ve ark., 2016). Sürekli orta şiddetli egzersiz ile karşılaştırıldığında; sürekli orta şiddetli egzersiz + yüksek şiddetli egzersiz, egzersiz sonrası hipoglisemi ile daha az ve egzersiz sonrası hiperglisemik durum ile daha fazla ilişkilidir (Iscoe & Riddell, 2011).

Sabah ve öğleden sonraki egzersiz seanslarından sonra egzersiz sonrası 36 saate kadar hipoglisemi riskinin karşılaştırıldığı bir çalışmada; sabah egzersizinin öğleden sonraki egzersize göre geç başlangıçlı hipoglisemi riskini azalttığı ve bir sonraki günün metabolik kontrol düzeyini iyileştirdiği sonucuna varılmıştır (Gomez ve ark., 2015).

Fiziksel egzersiz; terleme, baş dönmesi ve yorgunluk gibi bazı hipoglisemi semptomlarını maskeleymektedir. Literatürde bir egzersiz oturumundan 31 saat sonrasına kadar hipoglisemi varlığını bildiren tanımlayıcı makaleler bulunmaktadır (Gomez ve ark., 2015). Geç saat preprandiyal egzersiz sırasındaki kan glikoz düşüşlerinin, sürekli orta şiddetli egzersiz ile aralıklı yüksek şiddetli egzersiz günleri arasında benzer olduğunu göstermiştir. Ancak; bu son etkinlik şeklinin yatmadan önce yüksek glikoz seviyeleri ile ilişkili olduğunu ve dolayısıyla gece hipoglisemine karşı koruma sağladığını ortaya koymaktadır (Iscoe & Riddell, 2011).

Sonuç olarak egzersiz öncesi, sırası ve sonrası hipoglisemiyi önleme stratejileri Tablo 3'de gösterilmiştir (Horton ve ark., 2016).



**Tablo 3.** Tip 1 diyabetli sporcularda egzersizle ilişkili hipoglisemi önleme stratejileri (Horton ve ark., 2016)

Stratejiler	Avantajlar	Dezavantajlar
Egzersiz öncesi bolusun azaltılması (tercihen egzersiz bolusun 90-120 dakikası arasında olduğunda)	CHO gereksinimini azaltır; Egzersiz sırasında azalmış hipoglisemi; Kilo kontrolü için faydalıdır.	Doğru planlamayı gerektirir; Spontan veya geç postprandial egzersiz için yararlı değildir; Artmış KG ile egzersiz başlatmaya neden olabilir.
Egzersiz öncesi ve egzersiz sırasında bazal insülin hızı ayarlanması ( <b>CSII</b> tedavisi alan hastalar için)	CHO gereksinimini azaltır; Egzersiz sırasında azalmış hipoglisemi; Kilo kontrolü için faydalıdır.	Bazal oran ayarlamaları egzersizden en az 60 dakika önce yapılması gerektiği için doğru planlamayı gerektirir.
Egzersiz sonrası bazal insülin azaltılması ( <b>CSII</b> ve <b>MDI</b> tedavisi ile mümkündür)	Gece yarısı hipoglisemiyi azaltır	Açlık KG'sinde artışa neden olabilir.
Egzersiz sırasında CHO besleniyor.	Planlanmamış veya uzun süreli egzersiz için kullanışlıdır.	Egzersizin amacı kilo vermek / kontrol etmek ise verimsiz; Tüm sporlarla pratik değil; Potansiyel gastrointestinal rahatsızlık.
Egzersiz öncesi veya egzersiz sonrası sprint.	Egzersiz sonrası hemen hipoglisemiyi azaltır.	Etki, daha kısa veya daha az yoğun egzersize sınırlıdır; Egzersiz sırasında hipoglisemi üzerine bir etkisi yoktur.

\*KG: Kan glikozu ,

CSII: Sürekli subkütanöz insülin infüzyonu /insülin pompası ,

MDI: Günlük çoklu enjeksiyon kullanımı

### **Hiperglisemi**

Glikozun beyin dokusuna geçişi ekstraselüler glikoz konsantrasyonuna bağlıdır ve kan – beyin bariyerinden taşınması, sodyumdan bağımsız olan yüksek molekül ağırlıklı glikoz taşıyıcı bir protein olan GLUT1 (glucose transporter 1) aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle; hiperglisemik durumlarda hücre içi glikoz seviyesi anormal derecede yüksek olmaktadır. Kan plazmasında glikoz miktarının normal değerlere göre artması ile meydana gelen kısa süreli hiperglisemi ve diyabette olduğu gibi uzun süreli hiperglisemi çeşitli metabolik yollar aracılığıyla kan beyin bariyeri yapısının değişmesine ve nöronal

hasara neden olabilmektedir (Iscoe & Riddell, 2011). Egzersiz başlamadan önce diyabetli kişiler ciddi insülin eksikliği yaşıyorsa (Glukagon, epinefrin, kortizol ve GH) egzersizle indüklenen artış, glikoz kontrolünü bozarak diyabetik ketoasidozu tetiklemektedir (Feo ve ark., 2006).

Sonuç olarak; kısa süreli ya da uzun süreli hiperglisemi durumlarında artan serbest radikal üretimi, vazojenik ödem, serebral kan akımında azalma ve bunun yanında santral sinir sistemi hücrelerinde gen ekspresyonunda meydana gelen değişiklikler nöronal ve endotelial hasara neden olmaktadır. Bu hasar ensefalopati, kognitif ve davranışsal bozukluklar gibi önemli klinik sorunlara neden olmaktadır (Abacı ve ark., 2008).

## **Diyabetik Sporcular İçin Beslenme Önerileri**

### ***Karbonhidrat***

Fiziksel aktiviteye başlamadan önce; egzersizi yürütüp yürütemeyeceğini ve/veya basit karbonhidratı yiyip yiyemeyeceğini belirleyebilmesi için kan glikoz konsantrasyonu kontrolü zorunlu olmaktadır. İdeal olanı 120-180 mg/dL arasında optimal bir kan konsantrasyonu ile başlamaktır (Feo ve ark., 2006). Kan glikoz değeri 250 mg/dL üzerinde çıktığı takdirde egzersizin geciktirilmesi önerilmektedir. Kan şekeri 100 mg/dL altında saptandığında ise hipoglisemiyi önlemek amacıyla önerilen karbonhidratlardan az miktarda alınmalıdır (Kasımay & Metin, 2009).

Genel öneri her 30-60 dakika egzersiz için 15-30 g karbonhidrat alımı şeklindedir. Her ne kadar yakıt gereksinimleri açısından faaliyetler çok farklı olsa da bu aralık orta şiddetli egzersiz rejimine başlamak isteyen çoğu hasta için muhtemelen güvenli bir başlangıç noktasıdır (Perkins & Riddell, 2006). Otuz dakikalık test, egzersiz yanıtını öğrenmeye olanak vermekte ve sıklıkla hipoglisemiyi önlemede yararlı olmaktadır. Orta (kalp atım hızı maksimum %60-75) veya daha yüksek şiddetli fiziksel aktivite sırasında ve ayrıca kan glikoz konsantrasyonu normale yakın olduğunda egzersize başlamadan 15- 30 dakika önce; her 30 dakika da bir 20-60 gr basit karbonhidratlı bir takviye gerekmektedir. Egzersize başlamadan önceki yüksek kan glikozu değerleri (<250 mg), şiddetli insülin yoksunluğunun ya da bağırsaklarda o anda mevcut olan bir karbonhidrat absorpsiyonun bir sonucu olmaktadır (Feo ve ark., 2006). Hastalar hipoglisemi semptomlarına dikkat etmeli ve acil durumlar için yanlarında daima şeker bulundurmalarıdır (Kasımay & Metin, 2009).

İnsülin pompa terapisini kullanarak egzersiz için bazal insülini ayarlama özelliği, hipoglisemi riskini en aza indirmek ve böylece aşırı karbonhidrat tüketme ihtiyacını ortadan kaldırmaya yardımcı olmaktadır. Uzun süreli enerji alımını sınırlama yeteneği, aşırı karbonhidrat alımı gastrik rahatsızlığa neden olabileceği için özellikle rekabete dayalı sporlarla uğraşan sporcular için avantajlı olmaktadır (Perkins & Riddell, 2006).

Farklı egzersiz türlerinin değişken yakıt gereksinimlerini hesaba katmak için sporcuların vücut ağırlığına göre değişen yoğunluklarda birçok farklı aktivite, egzersiz için ekstra karbonhidratları belirlemelerine yardımcı olmak üzere standart tablolar hazırlanmıştır. Egzersiz için ekstra karbonhidratlar tahminine yönelik bu aktiviteye özgü yaklaşım, klinik bir deneme ortamında test edilmemesine rağmen, Tip 1 diyabetli aktif hastalar arasında popüler bir kaynaktır (Tablo 4) (Perkins & Riddell, 2006). Temel ve yarı niceliksel stratejilerle karşılaştırıldığında, bu yaklaşım egzersiz sırasında enerji metabolizmasının temel özelliklerini daha çok dikkate alır. Egzersiz sırasında enerji kullanımı; egzersizin türüne, süresine ve yoğunluğuna göre değişir. Dahası, sporcunun fiziksel koşullamasının durumu ve sporcunun bir yemek ve insülin bolusuna göre yapılan egzersiz de dikkate alınması gereken ek faktörlerdir (Perkins & Riddell, 2006).

**Tablo 4.** Egzersiz için ekstra karbonhidratın (gram/saat) aktivite türüne ve ağırlığa göre tahmini (Perkins & Riddell, 2006)

Aktivite	Ağırlık	Aktivite	Ağırlık
Basketbol		Koşu	
İlimli	35	8 km/saat	45
Kuvvetli	59	13 km/saat	96
Bisiklet		16 km/saat	126
10 km/saat	20	Paten yapma	
16 km/saat	35	İlimli	25
22 km/saat	60	Kuvvetli	67
29 km/saat	95	Tenis	
32 km/saat	122	İlimli	23
Dağ tırmanışı	60	Kuvvetli	59
Dans etmek		Voleybol	
İlimli	17	İlimli	23
Kuvvetli	28	Kuvvetli	59
Futbol	45	Yüzme	
İp atlama (80/dakika)	73	Yavaş ilerleme	41
Kayak yapma		Hızlı ilerleme	69
Kros Kayağı	76		
(8km/saat)			
Su Kayağı	42		

\*Bu tablodaki hesaplamalar ağırlık 45 kg baz alınarak hesaplanmıştır.

Prandiyal insülini ayarlayarak egzersize bağlı hipoglisemi önleme kavramı literatür tarafından desteklenmektedir. Yemekten sonra 90 dakika içinde başlayacak olan egzersiz için, yemek bolus insülin dozu hesaplaması, o yemek için karbonhidrat alımından çıkarılan ekstra karbonhidratlara dayanmaktadır. Örneğin, sabah 08:30'da kahvaltı için 75 g karbonhidrat tüketildiğinde, 1 saatlik bisiklet egzersizini saat 10:00'da karşılamak için 48 g ekstra karbonhidrat gerekir, bunun yerine kahvaltı saatinde (75 g karbonhidrat – 48 g ekstra karbonhidrat) 27 g karbonhidrat için yemek bolus insülin dozunu ayarlanmaktadır (Perkins & Riddell, 2006).

### **Yağ**

Literatür, Tip 1 ve Tip 2 diyabetli olan kişilerde diyetdeki yağın mide boşalımını geciktirdiğini ve glikoz emiliminde gecikmeye neden olduğunu göstermektedir (Wolpert ve ark., 2013). Lodefalk ve ark. (2008) aynı karbonhidrat ve protein içeriğine sahip ancak farklı yağ ve enerji içeriğine sahip iki öğüne farklı günlerde parasetamol karıştırılmış ve parasetamol absorpsiyon yöntemi ile gastrik boşalma hesaplanmıştır. Preprandiyaal olarak hızlı etkili insülin analogu verilen Tip 1 diyabetli ergenlerde daha düşük yağ içeriğine sahip bir yemek ile karşılaştırıldığında; glisemik yanıtın, yemek yedikten sonra yüksek bir oranda azaldığı ve daha düşük olduğu görülmüştür. Bu çalışma; yemek öncesi normoglisemiye erişmek için, preprandiyaal insülinin türü ve dozu, yağ içeriğinin ayarlanmasına ihtiyaç duyabileceği sonucuna ortaya koymuştur (Lodefalk ve ark., 2008). Pizzanın Tip 1 diyabetli kişilerde belirgin geç postprandiyaal hiperglisemiye neden olduğu yaygın olarak bilinmektedir. Bazı çalışmalar; yüksek yağlı pizzadan sonra hiperglisemiyi hafifletmek için toplam dozda bir artışla veya artış olmadan uzun bir bolus kullanımına ihtiyaç duyulduğunu göstermiştir (Wolpert ve ark., 2013).

Wolpert ve ark. (2013) her deneşim tükettiğı iki farklı yemekte de aynı karbonhidrat ve protein farklı yağ miktarı (10 g ve 60 g) bulunacak şekilde bir çalışma planlamıştır. Çalışmada düşük yağlı akşam yemeğı tüketen denekler için ızgara tavuk göğüs, pirinç, brokoli, havuçlar, yeşil salata ve üzüm; yüksek yağlı akşam yemeğı tüketen deneklere için ise yine ızgara peynir sandviç, peynirli yeşil salata, ızgara tavuk, kızarmış ekmek ve portakal dilimleri gibi yemekler seçilmiştir. Bulgular bir önceki çalışmanın bulguları ile tutarlı olduğunu ortaya koymuştur. Yüksek yağlı yemeklerin postprandiyaal hiperglisemiye neden olması nedeniyle insülin dozlarının artırılması gerektiğı sonucuna varılmıştır.

Tip 1 diyabetin yoğun tedavisi için mevcut kılavuzlarda, yemek zamanı insülin bolus hesaplaması sadece karbonhidrat sayımı üzerinedir. Fakat diyet yağları ve serbest yağ asitlerinin insülin duyarlılığını bozduğu ve hepatik glikoz üretimini arttırdığı bilinmektedir. Bu durum; bolus doz hesaplamasına yönelik mevcut karbonhidrat esaslı yaklaşımın sınırlarını vurgular. Hasta kayıtlarının gözden geçirilmesi, daha az glisemik etkiye sahip alternatif favori gıdaların belirlenmesine yardımcı olabilir. Diyet yağının glisemik kontrolü etkilediğine dair bu kanıtlar, hasta eğitimi ve danışmanlık için önemli etkilere sahiptir (Wolpert ve ark., 2013).

### ***Diğer besin öğeleri***

Kan glikozu konsantrasyonu dengesini korumak için oral karbonhidrat alımı gerekmektedir. Uygunsuz şekilde düşük insülin düzeyleri, hepatik glikoz çıkışı ve keton üretimi aşırı olmaktadır. Bu durumda hiperglisemi, dehidrasyon ve ketoasidozu önlemek için oral hidrasyon ve ek insülin uygulaması gerekmektedir (Perkins & Riddell, 2006).

Egzersiz ve maç sırasında besin alımı için birincil hedefler, sıvı kayıplarının yerini almak ve kan glikoz seviyelerinin korunması için karbonhidrat sağlamaktır. Egzersiz öncesi, sırası ve sonrasında kullanılacak besin ve sıvı seçimi; egzersiz yoğunluğu ve süresi, çevresel koşullar ve sporcunun bireysel özellikleri de dahil olmak üzere çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (Horton ve Subauste, 2016).

### **Sporcularda İnsülin Kullanımı**

Egzersiz seansları daha önceden enjekte edilen düzenli insülin dozunun önceki deneyim ve yoğunluğa ve fiziksel aktivite süresine göre %10-40'ını azaltmak için önceden planlanmalıdır (Feo ve ark., 2006). Yoğun insülin terapisi; açlık, beslenme ve hiperglisemi periyotları boyunca kan glikoz düzeylerini düzenlemek için bazal ve bolus insülin dozları kullanılmasıdır. Yoğun insülin terapisi, şiddetli hipoglisemide 2-3 kat artış ile ilişkilidir. İnsülin pompaları ve çoklu günlük enjeksiyonlar; bazal ve bolus tedaviyi sağlamak için kullanılan temel yöntemlerdir. Bazal insülin; açlık dönemlerinde glisemik stabilitenin sürdürülmesi için kullanılmakta ve günde 24 saat sürekli ve düzenli bir insülin dozu sağlanmaktadır. Bolus insülin; yeme sonrasında ortaya çıkan kan glikozu seviyelerini düşürmek için kullanılmaktadır. Bolus insülin dozları; geçerli kan glikozu seviyesi, yemekteki karbonhidrat içeriği ve beklenen egzersiz dahil olmak üzere çeşitli faktörler tarafından belirlenmektedir (Jimenez ve ark., 2007). Bir insülin pompası veya günlük birden fazla enjeksiyon (MDI) kullanmayı seçenlerde, doktorun danışmanlığında sporcunun

kendisi tarafından yapılır. Her metodunda belirgin avantaj ve dezavantajları vardır (Jimenez ve ark., 2007).

### **İnsülin pompa terapisinin avantajları ve dezavantajları**

İnsülin pompa terapisinin temel amacı, hasta için uygun görülen beslenme tedavisinin sınırları içinde diyabetli hastanın normal yeme alışkanlıklarına girmesine izin vermektir (Perkins & Riddell, 2006). İnsülin pompa terapisinin avantajları arasında; daha fizyolojik bir insülin profili elde etmek için tek bir hızlı etkili insülin kullanılması, egzersiz sırasında ve öncesinde bazal hızını değiştirme kabiliyeti, pompayı askıya alma veya çıkarma kabiliyeti, insülin tahmini miktarını belirlemek için iç hesaplayıcıları kullanan akıllı pompalar aşırı insülin dozlamasını önlemeye yardımcı olabilir, esnek yemek programları için tolerans ve insülin uygulaması için iğnelerin düzenli kullanımının olmaması gibi durumlar bulunmaktadır (Jimenez ve ark., 2007).

İnsülin pompa terapisi temas sporu sırasında olası zararlar içerir. İnsülin pompa terapisinin dezavantajları arasında: insülin pompası arızalanırsa veya yanlışlıkla sporcu ile bağlantısını keserse, hiperglisemi ve ketozis riski; infüzyon yerleştirme, yer değiştirme durumu (ağır terleme veya su teması, yapıştırıcıların infüzyon setlerini yerinde tutma kabiliyetini düşürebilir), hareket veya temas, özellikle metal iğne infüzyon setleri kullananlarda yerleştirilen infüzyonda tahrişe yol açar ve aşırı hava sıcaklıkları (>30°C) bu pompa içinde barındırılan insülini ve insülin etkileşimini etkileme gibi durumlar bulunmaktadır (Jimenez ve ark., 2007).

### **MDI'nın (Günlük çoklu enjeksiyon kullanımı / Günlük birden fazla enjeksiyon kullanımı) avantajları ve dezavantajları**

MDI'in avantajları; insülin pompalarına kıyasla daha düşük bir çalışma maliyeti ve bir cihaza bağlantı bulunmaması gibi durumlar bulunmaktadır (Jimenez ve ark., 2007). MDI'in dezavantajları; egzersiz sırasında bazal insülin düzeylerini manipüle etme yeteneği, düzenli enjeksiyona duyulan ihtiyacı, yemek zamanlaması ve planlanmamış egzersiz ile ilgili esnekliğin olmaması gibi durumlar bulunmaktadır (Jimenez ve ark., 2007).

İnsülin MDI ile karşılaştırıldığında; insülin pompası tedavisi, Tip 1 diyabetli sporcularda, egzersiz için bazal insülin vermeyi azaltma yeteneği ve egzersiz ile ilişkili karmaşık hiperglisemi ve ketoasidoz riskini önlemek, hipoglisemiye karşı koymak için çok yararlı bir strateji olmaktadır (Perkins & Riddell, 2006).

Bazal oranları saat bazında ayarlama esnekliği insülin pompasının en çekici özelliklerinden biri olmaktadır. Bu nedenle; özellikle Tip 1 diyabetli aktif kişi için yararlıdır (Taplin ve ark., 2010).

İnsülin emilimi, hem insülin pompası hem de MDI için insülin aktivitesindeki hız sınırlayıcı adımdır ve bir çok faktör emilim oranını etkilemektedir. Sporcular, vücut bölgeleri arasındaki emilim farklılıklarını ortadan kaldırmak adına enjeksiyon için en tutarlı alanları kullanmalıdır (Tablo 5) (Jimenez ve ark., 2007). İnsülin, egzersiz yapılan kol ve bacaklara enjekte edilmemelidir (Feo ve ark., 2006).

**Tablo 5.** İnsülin emilim oranını etkileyen değişkenler (Jimenez ve ark., 2007)

Değişken	Notlar
Enjekte edilen alanın egzersizi	Enjeksiyondan 1 saat sonra enjekte alanın kullanımı egzersiz oranını artırabilir. Enjeksiyon sonrası 1-3 saat boyunca termal yöntemleri kullanmaktan kaçının.
Enjeksiyon alanına masaj	Enjeksiyonun 1 saati içinde enjeksiyon bölgelerini ovmayınız veya şiddetle masaj yapmayınız.
Isıl yöntemler	Isı soğurumunu artırırken, soğuk soğurmayı azaltır.
İnsülin dozu	Daha büyük dozlar daha yavaş absorpsiyon oranları ile ilişkilidir.
Lipohipertrofi (Aynı noktaya tekrarlanan insülin enjeksiyonu sonucu subkutanöz yağ topları birikimi)	Lipohipertrofik bölgelere enjeksiyon absorpsiyonu geciktirir.

Egzersiz seansları; insülin etkisi azaldığında yani hızlı etkili analogdan 2 saat sonra veya düzenli insülin enjeksiyonlarından 3-4 saat sonra gerçekleştirilmelidir (Feo ve ark., 2006). İnsülinin kan düzeyinin en yüksek değere ulaştığı sırada egzersizden kaçınılmalıdır. Planlanmış bir egzersizden önce insülin dozu mutlaka azaltılmalıdır (Kasımay & Metin, 2009).

## 7. Sonuç

Tip 1 diyabetli sporcu, hiperglisemi/ketoasidoz riski ile hipoglisemi riski arasındaki dengeyi yakından tanımalıdır. Tip 1 diyabetli sporcuların uygun miktarda karbonhidrat tüketmeleri ve egzersiz ve insülin dozlamasının zamanlaması ile yiyecek alımını koordine etmeleri önemlidir. Bu yaklaşım; glisemik kontrolü ve egzersiz performansını optimize etmek, kas ve karaciğer glikojen depolarını korumak, yorgunluk ve komplikasyonları önlemek için kritik öneme sahiptir. Hipoglisemi, hiperglisemi ve ketoasidoz, egzersizin sadece performansını etkilemekle kalmaz aynı zamanda yaşamı tehdit eden sonuçlardır. Diyabetli hastaların uzun dönem izlemi diyabete bağlı olarak gelişebilecek olan komplikasyonların erken

saptanmasında ve koruyucu önlemler olarak diyabetli hastalarda yaşam kalitesinin artırılması açısından önemli bir yere sahiptir

## Kaynaklar

- Abacı, A. A., Böber, E., & Büyükgebiz, A. (2008). Tip 1 diyabetin uzun dönem izlemi. *Güncel Pediatri Dergisi*, 6, 111-8.
- Bahadır, Ç. T. & Atmaca, H. (2012). Diyabet ve egzersiz. *Deneyisel ve Klinik Tıp Dergisi*, 29, 16-22.
- Bonoto, B. C., Araujo, V. E., Godoi, I. P., Lemos, L. L. P., Godman, B., Bennie, M. ve ark. (2017). Efficacy of mobile apps to support the care of patients with diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *JMIR*, 5(3):e4.
- Casa, D.J., Guskiewicz, K.M., Anderson, S.A., Courson, R.W., Heck, J.F., Jimenez, C.C. ve ark. (2012). National athletic trainers' association position statement: Preventing sudden death in sports. *Journal of athletic training*, 47 (1), 96-118.
- Feo, P.D., Loreto, C.D., Ranchelli, A., Fatone, C., Gambelunghe, G., Lucidi, P., & Santeusano, F. (2006). Exercise and diabetes. *Acta Biomed*, 1, 14-17.
- Gomez, A.M., Gomez, C., Aschner, P., Veloza, A., Munoz, O., Rubio, C., Vallejo, S. (2015). Effect of performing morning versus afternoon exercise on glycemic control and hypoglycemia frequency in type 1 diabetes patients on sensor-augmented insulin pump therapy. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 9 (3), 619-624.
- Horton, W. B. & Subauste, J. S. (2016). Care of the athlete with type 1 diabetes mellitus: Clinical review. *Int J Endocrinol Metab*, 14 (2): e36091.
- Iscoe, K. E. & Riddell, M. C. (2011). Continuous moderate – intensity exercise with or without intermittent high-intensity work: effects on acute and late glycaemia in athletes with type 1 diabetes mellitus. *Diabetic Medicine*, 28, 824-832.
- Jimenez, C. C., Corcoran, M. H., Crawley, J. T., Hornsby, W. G., Peer, K. S., Philbin, R. D., & Riddell, M. C. (2007). National athletic trainers' association position statement: Management of the athlete with type 1 diabetes mellitus. *Journal of Athletic Training*, 42 (4), 536-545.
- Kasımay, Ö. & Metin, G. (2009). Kronik Hastalıklarda Egzersiz. *Klinik Gelişim*, 44-49.



- Lodefalk ,M., Aman, J., & Bang, P. (2008). Effects of fat supplementation on glycemic response and gastric emptying in adolescents with type 1 diabetes. (2008). *Diabetic Medicine*, 25, 1030-1035.
- Perkins, B.A. & Riddell, M.C. (2006). Type 1 diabetes and exercise: Using teh insülin pump to maximum advantage. *Canadian Journal of Diabetes*, 30 (1) , 72-79.
- Riddell, M. C. (2016). Management of DM 1 in athletes. *Diabetes and Glucose Metabolism*,1 (4).
- Riddell, M. & Perkins, B. A. (2009). Exercise and glucose metabolism in persons with diabetes mellitus: Perspective on the role for continuous glucose monitoring. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 3 (4), 914-23.
- Taplin, C. E., Cobry, E., Messer, L., McFann, K., Chase, P., & Fiallo- Scharer, R. (2010). Preventing post-exercise nocturnal hypoglycemia in children with type 1 diabetes. *The Journal of Pediatrics*, 157 (5), 784-8.
- Wolpert, H. A., Atakov-Castillo, A., Smith, S. A., & Steil, G. M. (2013). Dietary fat acutely increases glucose concentrations and insülin requirements in patients with type 1 diabetes: Implications for carbohydrate – based bolus dose calculation and intensive diabetes management. *Diabetes Care*, 36, 810-816.
- Wong, A. M. Y., Docking, S. I., Cook, J. L., & Gaida, J .E. (2015). Does type 1 diabetes mellitus affect Achilles tendon response to a 10 km run? A case control study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 16, 345.
- Yorulmaz, H. (2013). Hiperglisemi ve beyin. *Marmara Medical Journal*, 26, 118-21.