

DERİNLERDEN YÜKSELTİLERE

Dr.Emin ERGEN-Ganer AÇIKADA

Claude Bernard'ın iç ortam dengesi (homeostazis) kavramının organizmanın işlevlerini sürdürebilmesi ile ilişkisini daha önceki yazılarımızda ele almış, efor ile bu dengenin nasıl değiştiğini, solunum ve dolaşım sistemlerinin dengeyi korumak için nasıl değişimler gösterdiğini açıklamaya çalışmıştık. Bu açıklamalar normal sınırlar içindeki atmosfer koşulları için geçerliydi. Şimdi ise kısaca iki atmosfer koşulunda (yüksekte ve su altında) bedensel etkinlikler ve bazı sorunlardan bahsedeceğiz.

DERİNLİK (SU ALTI)

Su altı balık avcılığı, arkeolojik çalışmalar, hidro terimi ile başlayan birçok bilim dalı ve ticari bazı alanlar su altında çalışmayı gerektirmektedir. İleride su altından yaşam ortamı olarak yararlanılabileceği de öne sürülmektedir. Denizlerdeki kaynakların, insanoğlunun yeryüzü kaynaklarını tüketmesi sonucu doğacak tehlikelere karşı sigorta olduğu belirtilmektedir. Dolayısıyla su altı araştırmaları daha uzun süre bu ortamda kalmayı gerektirdiğinden, organizmanın su altı ortamına uyumu incelenmektedir. Uzak Doğu'da herhangi bir yardımcı gereç kullanmadan arka arkaya 20-30 metre derinliğe dalıp inci veya mercan çıkaran yerli dalgıçlar olduğunu ve kadınların bu işi büyük bir beceri ile hatta hamileyken bile yaptıkları bildirilmektedir. Ancak su altında insanın en uzun kalış süresi birkaç dakika ile sınırlıdır. En derine dalma rekorunun ise 100 metre olduğu bilinmektedir.

Su yüzeyinde basınç 1 atmosferdir. Derinlere inildikçe, her 33 ayakta bir atmosfer artışı olur. Diğer bir deyişle 99 ayakta (yaklaşık 30 metrede) 4 atmosfer basınç vardır. Vücut boşluklarındaki (yüz bölgesindeki sinüsler, akciğerler gibi) hava, Boyle yasasına göre gaz hacmi azalmasına uğrayacaktır. Örneğin yüzeyle 6 litrelik akciğer kapasitesi olan birisi 30 metreye daldığında 1.5 litrelik bir akciğer kapasitesine sahip olur. Daha derinlere inmek tehlikelidir. Çünkü kemik yapılar (göğüs kafesi) dış su basıncına direnç gösterirken içteki hava basıncı aynı kalacak, kan basıncı ise artıp kan damar dışına sızacak ve akciğerlerde ödem ve kanama-



ya yol açabilecektir.

Su soğukluğu derinlere indikçe artar. Vücut ısısı düşer ve iç ısı kritik sıcaklığa inerse yaşam tehlikesi baş gösterir. Vagus siniri soğuk etkisi ile uyarılıp kalbin atım hızı azalır (bradikardi). Bazen baş dönmesi, bilinç bulanıklığı görülebilir. Sonuçta boğulma bile olabilir. Dalmadan önce aşırı nefes almak (hiperventilasyon) kandaki CO₂'nin atılmasını (yıkınmasını) hızlandırır. Kanda O₂ arttıktan sonra dalınır ve su altında efor yapılırsa (zıpkınla balığın peşinden gitmek gibi) kanda O₂ azalır, CO₂ artar ve denge tersine döner. Başka bir deyişle, dalma öncesi aşırı nefes almak, çıkışta karbondioksitin artışına yol açtığından yapılmamalıdır. Orta kulak, dış ortam ile kulak zarı tarafından ayrılır. Su altında dış basınç artar ve dalgıç yutak ve gırtlığından basınçla üstaki kanalı yoluyla orta kulağa hava verip orta kulak basıncını dengelemese, zar basınca dayanamayabilir.

Nezle, grip üstaki kanalını kapatan belli başlı nedenlerdir. Her dalgıç öncesi özellikle üst solunum yolları sağlıklı bir durumda olmalıdır.

Şnorkel denilen bir boru ile yüzerken, su üstünden hava almayı sağlamak bazen sorunlar doğurabilir. Aslında akciğerlere havayı taşıyan soluk borusu aktif olarak solunuma katılmaz. Şnorkel bir anlamda soluk borusunun uzamasını sağlayan parça gibidir. Solunum sırasında "ölü boşluk" denilen bu hacimde CO₂ birikir. Arada sırada kuvvetli bir nefes verme ile bu boşluktaki hava dışarı atılıp temiz hava solunmaya devam edilmelidir.

Nefes tutmanın ve derinde basınç artışının sınırlamalarına karşı SCUBA (Self Contained Underwater Breathing Apparatus) adında, sürekli hava sağlayan bir su altında nefes alma aygıtı geliştirilmiştir. İçine atmosferdeki oranlarda N ve O₂ konur. Şüphesiz böyle bir cihazın da kendine özgü sorunları vardır. Örneğin 30 metrede 4 kat yoğunlaşan havanın hareket ettirilmesi bile belirli bir çaba gerektirir. Deneysel yüzücüler fazla efor harcamadan, fazla CO₂ üretmeden çalışırlar.

Derinlik arttıkça tüpten solunan azotun kısmi basıncı artar, bu nedenle merkezi sinir sistemi üzerinde belirgin bir uyuşturucu etki doğar. Algılama ve karar verme yavaşlar, 30 metre civarında dalgıca "öfori" denilen bir güven ve hırs hissi gelebilir.

Solunan gazdaki oksijen oranı fazla ise kasılmalar, se-



yirmeler olabilir. Buna oksijen zehirlenmesi denir. Gaz helyum ile seyreltilip solunursa sorun olmaz. Derine dalıştan sonra tekrar yüzeye çıkış en önemli sorundur. Dalarken dokulara küçülmüş hacimle dağılan gazlar, çıkarken genişler. Önce akciğerlerden alınan gazlar bütün dokularda bir deyişle erimiş durumdadır. O₂ metabolizmada kullanıldığından sorun yoktur. Ancak N ve He tehlikelidir. Yavaş yavaş yüzeye çıkmalı ve belirli derinlikte beklenmelidir. Aksi durumda dekompresyon hastalığı olabilir; basit eklem ağrılarından, akciğer yırtılması ve felç gibi ciddi boyutlara varabilen sorunlar ortaya çıkabilir. Kazazedeler hemen basınç odasına, yoksa derin suya alınır.

Dalgıçlar için temel güvenlik kuralları:

1. İyi bir yüzücü olmalı,
2. Hiçbir zaman yalnız dalmamalı,
3. Tüp ve solunum cihazı bakımlı olmalı,
4. Dalma ile ilgili bir kurstan geçmeli ve tablolarla şemalara uymalı,
5. En yakın basınç odasının nerede olduğu bilinmeli,
6. SCUBA ile dalışta asla nefes tutmamalı,
7. Serbest çıkış uygulanmamalı,
8. Dalış 18 m/dk, çıkış 20 m/dk. hızla olmalı,
9. Pratik olarak en küçük hava kabarcığından hızlı çıkılmamalı,
10. Dalışın ardından bir uçak yolculuğu yapılmamalıdır.

YÜKSELTİ

Daha önce yükseltide yapılan antrenmanların performans katkılarını incelerken organizmadaki bazı uyum mekanizmalarını ele aldığımızdan, burada yalnızca bazı sorunlara değineceğiz.

Paul BERT 1800'ü yılların başında düşük oksijenli ortamın yaratacağı uyumsuzluklardan ilk sözedenlerdendir. Havacılığın ilerlemesi ile bu konuda daha geniş çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Nihayet 1968 Olimpiyat Oyunlarının 2000 m.nin üzerinde yapılması gündeme gelince, sporda hipoksinin yeri bu alanda daha detaylı incelenmiştir.

Yükseğe çıktıkça barometrik basınçla birlikte O₂'nin kısmi basıncı düşer.

	% O ₂	Atm.Basıncı mm.Hg.	Kısmi O ₂ Basıncı mm.Hg.	O ₂ % Doygunluğu
Deniz Düzeyi	20.93	760	159	97
3048 m.	20.93	523	109	87
6096 m.	20.93	349	73	80
9144 m.	20.93	226	47	50

(NOT: Doygunluğun % 60-65 olması kritik noktadır.)

Solunum olayı burunda başlayıp hücrelerde sonlanmaktadır. Basınç farkları solunumun her aşamasında etkili olur. Bu farka uyum (aklimatizasyon), kişiden kişiye değişim göstermektedir.

Azalan basınçla birlikte birim hacimdeki O₂ molekülü sayısı da azalacak, organizmanın gereksinimi değişmeyeceğinden, aynı miktarda O₂ almak için solunum sıklığı ve derinliği artırılmaya çalışılacaktır. Yapılan araştırmalarda sağlıklı bir



Rüzgar hızı km/saat	Termometre °C				
Sakin	28	16.5	5.5	-5.5	-16.5
24	20	5	-10	-25	-40
40	16.5	0	-16	-32.5	-48.5
56	15	-2	-19.5	-37	-54
		Az Tehlikeli	Artan Tehlike	Çok Tehlikeli	

kişinin 5486 m yükseklikte en çok 30, 9144 m yükseklikte ise 1 dakika kalabileceği saptanmıştır. Bazı dağcılar ise antrenmanlar sonucu 8883 metre yükseklikteki Everest'e oksijen almadan tırmanabilmektedirler.

Ayrıca her 1000 metrede sıcaklık ortalama olarak 2°C düşer. Rüzgâr da varsa bu düşüş daha hızlıdır. 3000 metrede sonra hipotermi sorunu büyüktür.

Aşırı soluk alıp verme ile solunum yolundan su buharı yitimi olur. Bu sıvı yitimine karşı hipofizin arka bölümünden antidiüretik hormon salgılanır ve böbreklerde su tutularak bunun önüne geçilmeye çalışılır. Daha önce yükseklerde çıkmayanlarda 1500 metre üzerinde baş ağrısı, huzursuzluk, uykusuzluk, bulantı, kusma, iştah yitimi, görme bozukluğu, çarpıntı olabilir. 2500 metre üzerinde ise bulgular daha ciddileşir. Öksürük, nefes darlığı, göğüste ağrı, hafif ateş, kusma, kanlı balgam çıkarma olabilir. 4000 metrenin üzerinde ciddi baş ağrıları, bilinç bulanıklıkları, kara benekler ve hayal görme gibi yakınmalar ortaya çıkabilir.

Dağcılıkta da güvenlik önlemlerinin yaşamsal önemi büyüktür. Tek başınıza tırmanmamak, belirli yüksekliklerde uyum için kamp kurmak, iyi meteoroloji ve harita bilgilerine, malzemeye sahip olmak sayılabilecekler arasındadır. ■