BEYAZ-BURUN HASTALIĞININ YAYILMASINI ÖNLEMEK

AVRUPA VE ASYA'DA YARASA DOSTU MAĞARACILIK REHBERİ

Yazarlar: Violeta Zhelyazkova, Jure Tičar, Stanimira Deleva, Nia Toshkova, Sebastien Puechmaille

Çeviri: Dilek Deniz Duman

Beyaz-burun hastalığı nedir?

Beyaz-burun hastalığı (WND; Beyaz Burun Sendromu/WNS ile ilişkili), beyaz-burun mantarı tarafından meydana gelen ve hibernasyona giren mağara yarasaları arasında bilinen en ölümcül hastalıktır. Şimdiye kadar bu hastalık birkaç milyon kurban vermiştir ve Kuzey Amerika'da en çok etkilenen yarasa türlerinin kolonilerinde %90'ın üzerinde bir azalmaya neden olmuştur. Yarasalar, zararlı böcek popülasyonları üzerinde önemli bir doğal kontrol sağladığından, sayılarının azalması hem vahşi hem de tarımsal ekosistemleri ve insan sağlığını ciddi şekilde etkilemektedir. Ayrıca yarasalar, besin döngülerini destekleyen ve mağara biyolojik çeşitliliğini ve oluşumlarını korumaya yardımcı olan mağara ekosistemlerinde şemsiye türlerdir. Bu nedenle, yarasaları korumak demek genellikle mağaraları ve mağaraların tüm sakinlerini korumak anlamına gelir.

WND nasıl tanınır?

WND, yalnızca vücut ısısı düşük olan hibernasyondaki yarasaları etkiler ve insanları veya diğer hayvanları etkilemez. Genellikle hibernasyonun sonlarında veya kışın sonunda yarasaların kulaklarında, burnunda veya kanatlarında beyaz, pamuk benzeri bir mantar büyümesi olarak görülür (Şekil 1). Kuzey Amerika dışında, çıplak gözle bakıldığında benzer özellikler gösteren bilinen başka bir mantar bulunmamaktadır; bu nedenle, WND (Beyaz-Burun Hastalığı) tanısı koymak için genellikle canlı yarasaların görsel olarak incelenmesi yeterlidir. Genel olarak, gözlemlenen mantar yoğunluğu ne kadar fazlaysa enfeksiyonun ciddiyeti de o kadar yüksektir. Ancak bu durum, ölü yarasaların tüm vücudunu kaplayan saprofitik (ölü organik maddelerle beslenen) mantar oluşumlarıyla karıştırılmamalıdır. (Şekil 2)



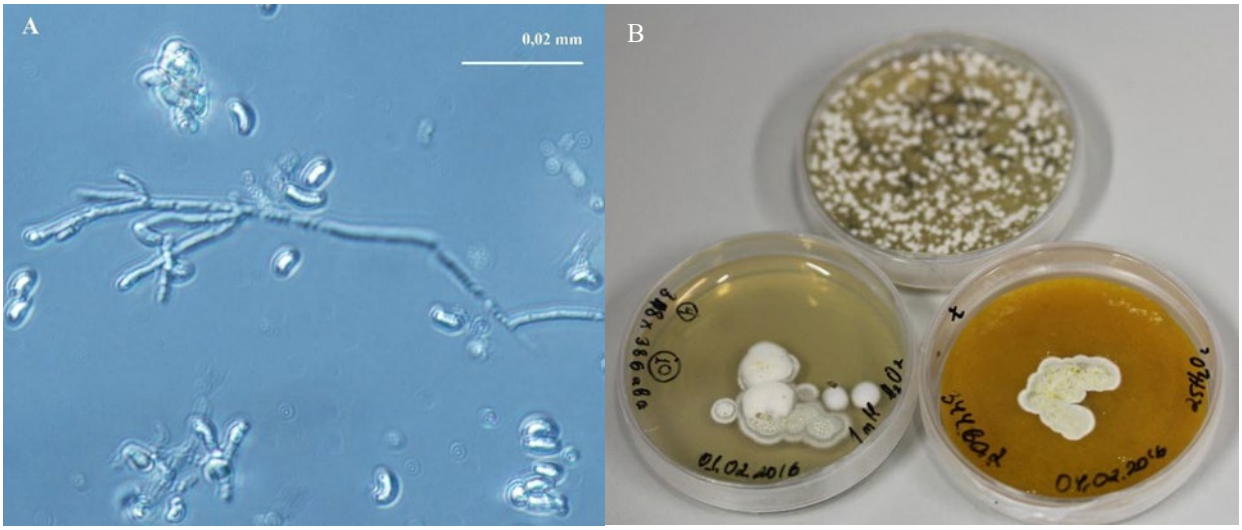
Şekil 1: Batı Bulgaristan'daki Balabanova Dupka mağarasında Pd ile enfekte olmuş fare kulaklı yarasa (Myotis myotis/blythii). Bu cinsin yarasaları Pd'nin en yaygın konakçılarıdır, buna karşın diğer yarasa cinsleri de pekâlâ Pd'den etkilenebilir. (Fotoğraf: Ivailo Borisov)



Şekil 2: Bir mağarada bulunan, saprofitik mantarla kaplı ölü bir yarasa. (Fotoğraf: Nia Toshkova)

WND’ye ne sebep olur?

WND’ye, mağaralarda yaşayan ve soğuğu seven Pseudogymnoascus destructans mantarı, diğer adıyla Pd veya beyaz-burun mantarı sebep olur (Şekil 3). Aslında iki türden oluşan bir komplekstir, ancak ekibimiz ile ikinci türü yeni keşfettik ve henüz ayrı bir bilimsel isim vermedik. Bunun yerine, Pd1 ve Pd2 isimlerini kullanıyoruz. Hem Pd1 hem de Pd2 Avrupa ve Asya'da görülür ancak buralarda kitlesel ölümlere sebebiyet vermemektedir. Bunun nedeni, bu mantarların binlerce yıldır bu kıtalarda bulunması ve yarasaların enfeksiyona uyum sağlamak için evrimsel zaman kazanmasıdır. Buna karşın, Pd1 Kuzey Amerika'ya ancak yakın zamanda (yaklaşık 20-30 yıl önce) girmiştir ve burada, patojene karşı daha önce herhangi bir evrimsel maruziyeti bulunmayan, "naif" (patojenle tanışık olmayan) yarasa türleriyle karşılaşmıştır. Bu olay, patojenlerin daha önce bulunmadıkları yeni bölgelere girme etkisi "patojen kirliliği" olarak adlandırılır ve taşınım genellikle insanlar tarafından yapılır.



Şekil 3: A) Işık mikroskobu altında Pd. Muz benzeri yapılar, hızlı eşeysiz üreme için kullandığı sporlarıdır. (Fotoğraf: Blagoy Uzunov); B) Büyüme ortamı içeren kaplarda Pd. (Fotoğraf: Violeta Zhelyazkova)

Mağaracıların davranışları neden önemlidir?

Çıplak gözle görülemeyen Pd sporları (sporlar 1/140 milimetre boyutundadır), diğer yüzlerce mikrobik türle (mantarlar, bakteriler vb.) beraber farklı mağara substratlarında (örneğin, mağara zemini çamurunda, duvarlarda) bulunmuştur. Bunların tümü, mağara ekipmanlarına (kendi başlarına veya çamur içinde) kolayca yapışabilir. Mağaraları ziyaret ettikten sonra mağara kıyafetlerinden canlı Pd'yi izole ettiğimiz deneylerimizle bu kanıtlanmıştır. Ayrıca, Pd'nin oda sıcaklığında en az 25 gün boyunca mağara ekipmanlarında hayatta kalabileceğini de gösterdik. Bu, bir mağaracının Pd1 veya Pd2'yi bir mağaradan diğerine istemeden taşıyabileceği anlamına gelir. Genetik verilerimiz, bunun Pd1 ile zaten gerçekleştiğini göstermektedir. Pd1, fark edilmeden dünyanın en uzun jips mağaralarının bulunduğu Batı Ukrayna'nın Podillia bölgesinden (Şekil 4) ABD'nin New York eyaletindeki bir mağaraya

taşınmıştır. Buna karşın, bazı yarasa türleri uzun mesafeler göç edebilse de birçok araştırma bunların Pd'yi yuvalarından uzağa taşımada etkili olmadıklarını göstermiştir



Şekil 4: Podillia'daki mağaralar, muazzam uzunlukları ve muhteşem kristalleriyle ünlüdür ve bu nedenle birçok uluslararası ziyaretçiyi kendine çekmektedir. (Fotoğraf: Viktor Lyagyshkin)

WND'nin önlenmesi için çözüm nedir?

Neyse ki, iyi bir ekspedisyon (keşif) planlaması ve hijyen, Pd'nin yayılmasını büyük ölçüde azaltabilir. Burada, seyahat mesafesine bağlı olarak Avrupa veya Asya'da uyulması gereken özel hijyen talimatlarını sizlere sunuyoruz.

- **100 km'den kısa mesafeler veya tek bir keşif gezisi sırasında aynı bölgede mağaracılık – düşük koruma riski**

Bu mesafede yarasalar Pd taşıyabilir. Bu nedenle, amacımız giysilerimizdeki tüm Pd'yi öldürmek değil, hareketini sınırlamak olduğu için, mağaracılık kıyafetleri ve diğer ekipmanlardaki çamuru su ve fırça ile temizlemek yeterlidir. Bu nedenle, mağaracıların yerel

nehirlerde ekipman yıkama geleneği kabul edilebilir. (Şekil 5)



Şekil 5: Avrupalı mağaracıların keşiflerden sonra ekipmanlarını yıkarken kullandıkları geleneksel yöntem. Bu uygulama, aynı coğrafi bölgedeki mağara ziyaretleri için uygundur. (Fotoğraf: Milena Nenova)

- **100 ile 1000 km arasındaki mesafeler veya aynı kıta içindeki farklı mağaracılık bölgeleri arasında seyahat – orta düzeyde koruma riski**

Bu mesafede, insanlar yarasalardan daha etkili Pd vektörleridir. Pd1 ve Pd2 türleri Avrupa'nın her yerinde ve Asya'nın büyük bir bölümünde bulunsa da genetik olarak farklı beyaz-burun mantarlarının karışması potansiyel olarak daha tehlikeli patojen varyantları oluşturabilir. Bu, dünya çapında amfibileri öldüren chytrid mantarında zaten gerçekleşmiştir. Bu nedenle, **ekipmanınızı elle çok dikkatli bir şekilde yıkamanızı veya çamuru temizledikten sonra tercihen deterjan kullanarak çamaşır makinesine koymanızı** öneririz (Şekil 6). Laboratuvardaki deneylerimiz, suda iyice fırçalamanın cordura parçaları üzerinde bulunan Pd sporlarının yaklaşık %95'ini, deterjanla makinede yıkamanın ise Pd sporlarının %99,5'inden fazlasını temizlediğini göstermiştir. Naylon ip parçalarından suyla fırçalama Pd'nin yaklaşık %85'ini giderirken, ekipman üzerinde kullanımı güvenli özel bir deterjanla makinede yıkama Pd'nin %98'ine kadarını giderebilir. Farklı bir mağaracılık bölgesinde çalışan başka bir mağaracılık kulübünü ziyaret ederseniz, en iyisi onların yerel ekipmanlarını kullanmaktır.



Şekil 6: Çamaşır makineleri mağaracılık ekipmanlarında kullanmak için güvenlidir. (Photo: Peter Velkov)

- **Aynı kıta içinde 1000 km'den fazla mesafeler – yüksek koruma riski**

Burada, farklı mantar suşları arasında genetik değişim riski daha yüksektir; bu nedenle, ekipmanınızdaki tüm Pd'yi öldürmeli veya temizlemelisiniz. En iyi uygulama, **mağaracılık kıyafetini 55°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda 5 dakikadan fazla yıkamak** (Pd'yi öldürdüğü kanıtlanmıştır) ve, elbette tüm çamuru temizledikten sonra, alkol veya diğer uygun maddelerle, kameranız gibi **sert ekipmanlarınızı dezenfekte etmektir**. İp gibi güvenli bir şekilde dezenfekte edilemeyen tüm kişisel ekipmanları bırakın ve bunun yerine yerel ekipmanları ödünç alın (Şekil 7). Keşif yerinden ayrılırken, kirli ekipmanların temiz ekipmanlarınızı veya arabanızı kirletmemesi için temiz torbalara konulduğundan emin olun. Aracınız kirlenirse, keşifler arasında da yıkamalısınız – bu, sadece Pd'nin yayılmasını değil, toprakta yaşayabilecek diğer mikropların yayılmasını da önlemeye yardımcı olacaktır. Daha ayrıntılı dekontaminasyon protokolleri ve Pd'ye karşı test edilmiş dezenfeksiyon maddelerinin güncellenmiş listeleri için şu adresi ziyaret edebilirsiniz: https://www.whitenosesyndrome.org/static-page/decontamination-information.



Şekil 7: Mağaracılık her zaman ekipman, bilgi ve macera paylaşmakla ilgili olmuştur. Bu iş birliğini uluslararası düzeye taşıyalım. (Fotoğraf: Scott Trescott)

- **Kıtalararası mesafeler – çok yüksek koruma riski**

Pd1 veya Pd2'yi şimdilik bulunmayan yeni yerlere taşımak, daha sonra durdurulamayacak ikinci bir WND-salgını dalgasını başlatabilir. Bu nedenle, kıtalar arasında taşıdığınız tüm ekipmanlar %100 dezenfekte edilmeli, ayakkabılarınız ve diğer giysileriniz temiz olmalıdır. **Mağara substratının izini bile taşıyabilecek hiçbir şeyi yanınızda getirmeyin.**

- **Diğer kıtalar**

Kuzey Amerika'da mağaracılık yaparken, mesafe yerine Pd varlığı/yokluğuna dayanan yerel yönergeleri izlemelisiniz. Yönergeler için: https://www.whitenosesyndrome.org/static-page/decontamination-information. Kısaca, yarasaların WND nedeniyle toplu halde öldüğü yerlerde, her mağaracılık gezisi yüksek koruma riski olarak kabul edilir ve mağaracılık ekipmanları her zaman mağaralar arasında dezenfekte edilmelidir. Pd ile daha fazla kontamine olan alanlardan daha az kontamine olan alanlara ekipman taşımak, çok yüksek koruma riski olarak kabul edilir ve bundan kaçınılmalıdır. Bu tür alanların düzenli olarak güncellenen haritası ve Pd'ye karşı test edilmiş yerel dezenfeksiyon maddelerinin listesi yukarıda belirtilen web sitesinde bulunabilir. En iyi hijyen uygulaması, 55°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda 5 dakikadan fazla yıkama yapmaktır. Bazı kişiler, özellikle araştırmacılar, tek kullanımlık mağaracılık kıyafetleri de kullanmaktadır, ancak bunlar keşif amaçlı mağaracılık için nadiren

pratiktir (Şekil 8). **Mağara ekipmanlarını kıta dışına çıkarmayın veya dışarıdan getirmeyin.**

Avustralya veya Güney Amerika'da Pd henüz mevcut değildir. Ancak araştırmalar, birçok mağaranın Pd için uygun koşullar sunduğu ve yarasa türlerinin bu mantara adapte olmadığı için WND nedeniyle yarasa ölümlerinin muhtemel olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, **mağara ekipmanları bu kıtalara sokulmamalı veya bu kıtalardan çıkarılmamalıdır**. Kıtalar içinde, diğer mikrobiyal türlerle patojen kirliliğini önlemek için mesafeye göre hijyen kurallarına uyabilirsiniz. Daha fazla bilgiyi burada bulabilirsiniz: https://wildlifehealthaustralia.com.au (Avustralya için).



Şekil 8: Tek kullanımlık tulumlar hem yarasaları hem de araştırmacıları farklı mikrop türlerinden korumada oldukça etkilidir. (Fotoğraf: Boris Petrov)

Başka nasıl yardımcı olabilirsiniz?

Bu hijyen talimatları, mevcut bilimsel bilgilerimizin en iyisine dayanmaktadır, ancak her zaman iyileştirme yapmak için yer vardır. Mağara ekipmanlarını temizlemek için hem kolay hem de çevre için güvenli olan fikirlerinizi paylaşmaktan çekinmeyin. Pd'nin özellikle bol olduğu bir mağarayı ziyaret ettikten sonra veya yeni keşfedilen bir mağarayı veya doğal girişi olmayan veya başka nedenlerle özellikle hassas olan bir mağarayı ziyaret etmeden önce, hijyen kategorisini bir üst seviyeye çıkarmak akıllıca olabilir. Yerel mevzuat ve mağara erişim kısıtlamaları hakkında bilgi almayı unutmayın. Büyük yarasa kolonilerinin yaşadığı mağaralarda, üreme veya kış uykusu dönemlerinde eğlence amaçlı ziyaretlerden kaçının.

Son olarak, yarasa biyologları azdır, ancak mağara araştırmacıları çoktur ve gözlemleriniz çok değerlidir. Yerel yarasa uzmanları veya ekibimizle iletişime geçerek yarasa sayılarını ve

herhangi bir hastalık belirtisi veya olağandışı ölümleri bildirebilirsiniz. Bildirimde mağaranın adını, tam konumunu, tarihi, canlı ve ölü yarasa sayısını ve fotoğrafları ekleyin. Olağandışı yarasa davranışlarını, gözlemleyebildiğiniz WND'yi ve son zamanlardaki insan faaliyetlerini not edin. Takip için iletişim bilgilerinizi ekleyin.

Teşekkür

Bize tavsiyelerde bulunan veya speleolojik hijyen uygulamaları hakkındaki anketlerimizi doldurup dağıtan tüm mağara araştırmacılarına teşekkür ederiz.

Alıntı yapılan kaynaklar

Cheng TL, Reichard JD, Coleman JTH, Weller TJ, Thogmartin WE, Reichert BE, Bennett AB, Broders HG, Campbell J, Etchison K, Feller DJ, Geboy R, Hemberger T, Herzog C, Hicks AC, Houghton S, Humber J, Kath JA, King RA, Loeb SC, Massé A, Morris KM, Niederriter H, Nordquist G, Perry RW, Reynolds RJ, Sasse DB, Scafini MR, Stark RC, Stihler CW, Thomas SC, Turner GG, Webb S, Westrich BJ, Frick WF (2021) The scope and severity of white-nose syndrome on hibernating bats in North America. Conservation Biology 35: 1586–1597. https://doi.org/10.1111/cobi.13739

Fischer NM, Dumville I, Nabholz B, Zhelyazkova V, Stecker RM, Blomberg AS, Dool SE, Fritze M, Tilak MK, Bashta AT, Chenal C, Fiston-Lavier AS, Puechmaille SJ (2025) Two distinct host-specialized fungal species cause white-nose disease in bats. Nature. https://doi.org/10.1038/s41586-025-09060-5

Fritze M, Puechmaille SJ, Fickel J, Czirják GA, Voigt CC (2021) A Rapid, in-Situ Minimally-Invasive Technique to Assess Infections with Pseudogymnoascus destructans in Bats. Acta Chiropterologica 23: 259–270. https://doi.org/10.3161/15081109ACC2021.23.1.022

Gargas A, Trest MT, Christensen M, Volk TJ, Blehert DS (2009) Geomyces destructans sp. nov. associated with bat white-nose syndrome. Mycotaxon 108: 147–154. https://doi.org/10.5248/108.147

Leopardi S, Blake D, Puechmaille SJ (2015) White-nose syndrome fungus introduced from Europe to North America. Current Biology 25: R217–R219. https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.01.047

Lorch JM, Meteyer CU, Behr MJ, Boyles JG, Cryan PM, Hicks AC, Ballmann AE, Coleman JTH, Redell DN, Reeder DM, Blehert DS (2011) Geomyces destructans causes white-nose syndrome. Nature 480: 376–378. https://doi.org/10.1038/nature10590

Puechmaille SJ, Wibbelt G, Korn V, Fuller H, Forget F, Mühldorfer K, Kurth A, Bogdanowicz W, Borel C, Bosch T, Cherezy T, Drebet M, Görföl T, Haarsma AJ, Herhaus F, Hallart G, Hammer M, Jungmann C, Le Bris Y, Lutsar L, Masing M, Mulkens B, Passior K, Starrach M, Wojtaszewski A, Zöphel U, Teeling EC (2011) Pan-European distribution of white-nose syndrome fungus (Geomyces destructans) not associated with mass mortality. PLoS ONE 6. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0019167

Zhelyazkova V, Hubancheva A, Radoslavov G, Toshkova N, Puechmaille SJ (2020) Did you wash your caving suit? Cavers' role in the potential spread of pseudogymnoascus destructans, the causative agent of white-nose disease. International Journal of Speleology 49: 145–155. https://doi.org/10.5038/1827-806X.49.2.2326

Zhelyazkova V, Tičar J, Deleva S, Ivanov A, Toshkova N, Puechmaille S (2025) Cavers' knowledge of biosecurity and its influence on the prevention of white-nose disease. Subterranean Biology 52: 45–68. https://doi.org/10.3897/subtbiol.52.140425

Zukal J, Bandouchova H, Brichta J, Cmokova A, Jaron KS, Kolarik M, Kovacova V, Kubátová A, Nováková A, Orlov O, Pikula J, Presetnik P, Šuba J, Zahradníková Jr. A, Martínková N (2016) White-nose syndrome without borders: Pseudogymnoascus destructans infection tolerated in Europe and Palearctic Asia but not in North America. Scientific Reports 6: 19829. https://doi.org/10.1038/srep19829