

DENEYSEL OLARAK TATLI SUDA BOĞULMANIN, SIÇAN AKCİĞER, KARACİĞER, BEYİN, KALP VE BÖBREK AĞIRLIKLARINA ETKİSİ*

The effects of experimental fresh water drowning on the organ weights of the lungs, livers, brains, hearts and kidneys of rats

Gülşin CANOĞULLARI KUL¹, Yasemin BALCI², Coşkun YORULMAZ³, Kubilay UZUNER⁴, Setenay ÖNER⁵

Kul CG, Balci Y, Yorulmaz C, Uzuner K, Öner S. Deneysel olarak tatlı suda boğulmanın, sıçan akciğer, karaciğer, beyin, kalp ve böbrek ağırlıklarına etkisi. Adli Tıp Bülteni 2011;16(1):8-13

ÖZET

Bu çalışmada deneysel olarak suda boğulan ve öldükten sonra suda bekletilen farelerin organ ağırlıklarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Deneyler Fakülte Etik Kurulunun izni ile herbiri 10 rattan oluşan 5 grup, toplam 50 fare üzerinde yapılmıştır. Yüksek doz anestezi ile öldürüldükten sonra diseksiyon yapılan (Grup 1: Kontrol), deneysel olarak suda boğulan (Grup 2), ölmeden önce açık yara oluşturularak ölen ve 24 saat tatlı suda bekletilen (Grup 3) ve yüksek doz anestezi ile öldürüldükten sonra 24 saat (Grup IV) ve 72 saat (Grup V) suda bekletilen toplam 50 Wistar Albino cinsi yetişkin sıçana otopsi yapılmıştır. Otopsi esnasında alınan organların ağırlıkları, deney gruplarına göre karşılaştırılmıştır. Postmortem 72 saat suda kalan grubun akciğer, karaciğer, beyin ve sağ böbrek ağırlıkları 24 saat postmortem suda kalan gruba göre azalırken, suda boğulan grupta, akciğer, karaciğer, beyin ve sağ böbrek ortalama ağırlıklarının 24 saat postmortem suda kalan gruba göre arttığı (sırasıyla artış oranları %55.1, %24.3, %14.9 ve %10.5) saptanmıştır. Sadece kalp ağırlığı açısından gruplar arasında istatistiksel olarak

anlamli bir farklılık saptanmamıştır. Elde ettiğimiz bulgulara göre, postmortem olarak hidrostatik basınç nedeniyle alveollere geçen sıvı miktarı boğulma esnasında aspire edilen sıvı kadar fazla değildir. 72 saat suda kalan gruptaki akciğer, karaciğer, beyin ve sağ böbrek ağırlıklarının 24 saat postmortem suda kalan gruba göre azalması da postmortem putrefaksiyonun (çürüme) etkisi olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Suda boğulma, postmortem değişimler, organ ağırlığı.

ABSTRACT

This study was aimed to compare the organ weights in experimentally drowned and post-mortem immersed rats. The experimentations were conducted on 50 rats divided into 5 groups including 10 rats with the consent of Faculty Ethical Committee.

The autopsies were done in a total of 50 Wistar Albino adult rats that sacrificed by an anesthetics overdose and subsequently dissected (Group 1: control group), experimental drowned (Group 2), anesthetized and

¹ Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Adli Tıp Uzmanı, İstanbul

² Sağlık Bakanlığı-Muğla Üniversitesi, Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Muğla

³ İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Adli Tıp Anabilim Dalı, İstanbul

⁴ Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Eskişehir

⁵ Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyoistatistik Anabilim Dalı, Eskişehir

* Bu çalışma, Uluslararası Adli Tıp Akademisi'nin, 23-26 Ağustos 2006 tarihinde Budapeşte'de gerçekleştirilen 20. Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

sacrificed with ante-mortem open wounds, immersed for 24 hours (Group 3), sacrificed with an overdose of anesthetics and then immersed for 24 hours (Group 4) and 72 hours (Group 5). The weights of organs obtained during the autopsies were compared among experimentation groups. Whereas lung, liver, brain and right kidney weights decreased in the 72 hours post-mortem immersion group compared to the 24 hours post-mortem immersion group, the mean organ weights for the lung, liver, brain and right kidney increased (with mean increases of 55.1%, 24.3 %, 14.9 % and 10.5 % respectively) in the experimental drowning group compared to 24 hours post-mortem immersion group. Only the mean heart weight was not statistically different among the groups. The amount of fluid influx into the alveoli due to hydrostatic pressure is not as much as exogenous water inhaled into the lungs during experimental drowning. The decrease of lung, liver, brain and kidney weights in the 72 hours immersion group might be associated with the effects of putrefaction compared to the 24 hours post-mortem immersion group.

Key words: Drowning, post-mortem changes, organ weight.

GİRİŞ

Sudan çıkarılmış cesetlerin ölüm nedeninin tespiti, adli tıbbın zor konularından biridir. Sudan çıkarılmış bir cesedin, suda boğulma nedeniyle öldüğü ya da başka bir nedenle öldükten sonra su içinde bulunduğunun ayırımı yapmak oldukça önemlidir. Ölümün kesin olarak suda boğulmaya bağlı olduğunu gösteren kesin bir yöntem bulunmamaktadır. Suda boğulma tanısı açısından, ayrıntılı olay yeri incelemesi ve çeşitli laboratuvar yöntemleri ile desteklenmiş otopsi bulgularından yararlanılır (1,2). Otopside değerlendirilen makroskobik patolojik değişimlerden biri de organ ağırlıklarıdır. Suda boğulma tanısında organ ağırlıklarının yeri ve önemi üzerine kimi kez birbiriyle çelişen pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada, deneysel olarak suda boğulma modeli oluşturulmuş ratlardaki organ ağırlıkları ile postmortem olarak suya bırakılmış rat gruplarının organ ağırlıklarının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Deneysel ve çalışma için Eskişehir Osmangazi Üniversitesi (ESOGÜ) Tıp Fakültesi Etik Kurulu kararı

mevcuttur. Deneysel anestezi uygulanmış wistar albino cinsi, sağlıklı yetişkin (200-250 g) ratlar (sıçan) kullanılmıştır. Ratlar ESOĞÜ Tıbbi ve Cerrahi Araştırmalar Merkezi'nden temin edilmiştir.

Deneysel grupları aşağıdaki gibidir.

Grup I: Kontrol (n=10)

Grup II: Tatlı suda boğulan (n=10)

Grup III: Ölüm öncesi açık yara ile öldürüldükten sonra boğulma ortamında bekletilen (n=10)

Grup IV: Boğulma ortamında postmortem 24 saat bekletilen (n=10)

Grup V: Boğulma ortamında postmortem 72 saat bekletilen (n=10)

Tüm ratlar Xylazine HCL(10 mg/kg) ve Ketamine (50 mg/kg) kullanılarak anestezi edilmiştir. Yaş, ağırlık ve cinsiyetlerine göre gruplandırılan sağlıklı yetişkin ratlar gruplara rastgele dağıtılmıştır.

Grup I- Kontrol grubu (n=10): Letal dozda anestezi sonrası disseksiyon uygulanmıştır.

Grup II- Tatlı suda boğulma modeli oluşturulan grup (n=10): Anestezi altında solunumu devam eden sıçanlara trakea üst 1/3'lük kısmından trakeostomi açılıp intratrakeal plastik kanül (PE100, Intermedic) yerleştirilmiştir. Bu kanül 10 ml'lik enjektöre bağlanarak bir düzenek oluşturulmuştur. Enjektöre Eskişehir yöresinden temin edilen tatlı su konulmuştur. Monitorize edilen sıçanlara, yerçekimi altında herhangi bir basınç uygulanmaksızın suyun kendi basıncı ile kalp atımı duruncaya kadar su aspire etmeleri sağlanmıştır. Aspire edilen su miktarı kaydedilmiştir. Daha sonra otopsi işlemi gerçekleştirilmiştir.

Grup III: Ölüm öncesi açık yara ile öldürüldükten sonra tatlı suda 24 saat bekletilen grup (n=10): Anestezi işlemi takiben, trakea korunarak ana damarın kesilmesi ile boyun bölgesinde travmatik açık yara meydana getirilmiştir. Ölümünden sonra ratlar 24 saat boğulma ortamında bekletilmiştir. Takiben disseksiyon işlemi yapılmıştır.

Grup IV- Postmortem 24 saat tatlı suda bekletilen grup (n=10): Ratların yüksek doz anestezi ile (Xylazine HC ve Ketamine) ölmeleri sağlandıktan sonra, 24 saat boğulma ortamında bekletilmiş, daha sonra disseksiyon işlemi yapılmıştır.

Grup V- Postmortem 72 saat tatlı suda bekletilen grup (n=10): Yüksek doz anestezi verilerek ölmeleri sağlandıktan sonra, 72 saat boğulma ortamında bekletilmiş

daha sonra disseksiyon işlemi yapılmıştır.

Tüm disseksiyon işlemlerinden sonra, ratların akciğer, karaciğer, kalp, böbrek ve beyin ağırlıkları hassas tartı ile tartılıp kaydedilmiştir. Veri dağılımının normal olup olmadığını belirlemek için Shapiro-Wilk W testi, Normal dağılımlı datalar için Pearson Korrelasyon analizi, anormal dağılımlı datalar için de Sperman korrelasyon analizi uygulandı. Deney gruplarındaki ratların organ ağırlıklarının karşılaştırılmasında ANOVA ve çoklu karşılaştırma istatistikleri yapılmış olup, sonuçlar tablolar halinde sunulmuştur. Bu çalışma ESOĞÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na desteklenmiştir (Proje No: 200311020).

SONUÇLAR

Suda boğulma modeli oluşturularak yapılan deneylerde, kısa bir normal solunum periyodunun ardından zorlu solunum ve apne, bunu takiben kalp durmasının izlemesi şeklinde suda boğulmanın tüm fazları gözlenmiştir. Bu gruptaki (grup II) ratlarda (n:10), 4-6 dakika içinde son

solunum hareketini takiben kalp durması gerçekleşmiştir. Suda boğulan ratların akciğerlerinde oluşan morfolojik değişimlerin, insanlardakiyle benzer olduğu gözlenmiştir. Bu gruptaki ratların akciğerleri şişerek toraks boşluğunu doldurmuş olup küçük hemoraji ve atelektazik alanlarla karakterize hiperemi gözlenmiştir.

Tüm deney gruplarında, organ ağırlıkları ile ratların ağırlığı ve cinsiyetleri arasında bir ilişki saptanmamıştır ($p>0.05$). Suda boğulan gruptaki ratlarda zorlu solunum süresi, son solunum hareketi ve kalbin durmasına kadar geçen süre (survival period), aspire edilen su miktarı, tonik ve klonik kasılmaların süresi ile organ ağırlıkları arasındaki korelasyon Tablo 1'de gösterilmiştir. Suda boğulan grupta değerlendirilen bu değişkenlerle organ ağırlıkları arasında anlamlı ve tutarlı bir ilişki saptanmamıştır.

Deney gruplarına göre postmortem beyin, kalp, akciğer, sağ böbrek ve karaciğer ağırlıkları (gram) ile akciğer/kalp ağırlık oranlarının ortalama ve standart hataları Tablo 2'de gösterilmiştir. Deney gruplarının çoklu karşılaştırılması ise tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Organ ağırlığı ve rat ağırlığı(gr) arasındaki korelasyon, dispneik fazın süresi(sn), normal solunum ile son solunum hareketi ve kalbin durduğu zaman arasındaki süre (yaşamsal periyot), aspire edilen sıvı miktarı(ml), tonik-klonik konvülsiyon süresi(sn)

	Beyin	Kalp	Total akciğer	Akciğer/kalp	Böbrek	Karaciğer
Kontrol	1.87 ± .06	1.28 ± .02	1.77 ± .18	1.40 ± .16	.97 ± .04	7.68 ± .17
Deneysel suda boğulma	2.00 ± .04	1.16 ± .08	3.77 ± .21	3.32 ± .18	1.37 ± .04	14.28 ± .52
Antemortem açık yara ile PM 24 saat suda bekletilen	1.71 ± .04	1.25 ± .07	2.35 ± .13	1.94 ± .17	1.23 ± .07	9.46 ± .40
PM 24 saat suda bekletilen	1.74 ± .04	1.43 ± .06	2.43 ± .12	1.71 ± .08	1.24 ± .05	11.49 ± .42
PM 72 saat suda bekletilen	.78 ± .06	1.23 ± .04	1.95 ± .12	1.59 ± .11	1.02 ± .04	9.24 ± .44

		Akciğer	Karaciğer	Böbrek	Beyin	Kalp
Rat ağırlığı n:50	r	.073	.054	.219	-.068	.249
	p	.613	.710	.126	.641	.082
Dispneik fazın süresi n: 10	r	.413	-.384	-.149	-.031	-.080
	p	.236	.273	.682	.931	.826
Yaşamsal periyot n:10	r	-.543	.436	.321	.231	-.251
	p	.104	.208	.366	.521	.483
Aspire edilen sıvı miktarı n: 10	r	.524	-.141	.149	-.229	-.020
	p	.120	.697	.681	.524	.956
Tonik-klonik konvülsiyon süresi n:10	r	.094	-.251	-.316	-.648	-.041
	p	.795	.484	.374	.043*	.910

Tablo 2. Postmortem beyin, kalp, total akciğer, böbrek ve karaciğer ağırlıkları (gram) ile akciğer-kalp ağırlıkları oranının gruplara göre değişimi (ortalama ± standart hata)

Tablo 3. Ratların beyin, kalp, total akciğer, sağ böbrek ve karaciğer ağırlıkları ile akciğer/kalp ağırlık oranını gruplar arasında karşılaştırılması sonucu anlamlı ve anlamlı olmayan sonuçlar.

		Beyin	Kalp	Total akciğer	Böbrek	Karaciğer	Akciğer/kalp
1	2	ns	ns	***	***	***	***
	3	ns	ns	ns	**	*	ns
	4	ns	ns	*	**	***	ns
	5	*	ns	ns	ns	ns	ns
2	1	ns	ns	***	***	***	***
	3	**	ns	***	ns	***	***
	4	**	*	***	ns	***	***
	5	***	ns	***	***	***	***
3	1	ns	ns	ns	**	*	ns
	2	**	ns	***	ns	***	***
	4	ns	ns	ns	ns	**	ns
	5	***	ns	ns	*	ns	ns
4	1	ns	ns	*	**	***	ns
	2	**	*	***	ns	***	***
	3	***	ns	ns	ns	**	ns
	5	***	ns	ns	*	**	ns
5	1	***	ns	ns	ns	ns	ns
	2	***	ns	***	***	***	***
	3	***	ns	ns	*	ns	ns
	4	***	ns	ns	*	**	ns

Ns (non significant):

$p > 0.05$ *: $p < 0.05$ **: $p < 0.01$ ***: $p < 0.001$

1: Kontrol

2: Deneysel suda boğulma

3: Ante mortem açık yararı olup postmortem suda bekletilen

4: Postmortem 24 saat suda bekletilen

5: Postmortem 72 saat suda bekletilen

Postmortem beyin ağırlıklarına göre grupların çoklu karşılaştırmasında, gruplar arasında önemli bir fark saptanmıştır (F 4;45=91.47 $p > 0.001$). Grup II'nin ortalama beyin ağırlıkları, grup I dışındaki tüm gruplardan önemli ölçüde fazla bulunmuştur. Grup V'in ortalama beyin ağırlıkları ise diğer tüm gruplardan önemli ölçüde düşük bulunmuştur.

Kalp ağırlığı açısından gruplar arasında önemli bir fark olup (F4; 45=3.07, $p < 0.05$). Grup IV'te ortalama kalp ağırlığı Grup II'den yüksek bulunmuştur.

Gruplar arasında total akciğer ağırlıkları arasında önemli fark olduğu görülmüştür (F4; 45=24.82, $p < 0.001$). Suda

bekleyen ve suda boğulan gruplarda total akciğer ağırlıklarının kontrol grubuna göre yüksek olduğu, bununla birlikte suda boğulan gruptaki total akciğer ağırlığının diğer tüm gruplardan önemli oranda yüksek olduğu görülmüştür.

Gruplar arasında önemli bir farklılık ta postmortem akciğer-kalp ağırlık oranında görülmüştür (F4; 45=27.57, $p < 0.001$). Grup II'in ortalama akciğer-kalp ağırlık oranı, diğer tüm gruplardan önemli oranda yüksek bulunmuştur.

Sağ böbrek ağırlığı da gruplar arasında önemli bir farklılık göstermiştir (F4;45=11.96, $p < 0.001$). Grup II, grup III ve grup IV'ün ortalama sağ böbrek ağırlıkları grup I ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde fazla bulunmuştur. Grup V'in ortalama sağ böbrek ağırlıkları ise grup II, grup III ve grup IV'ünkinden daha düşük bulunmuştur. Ortalama sağ böbrek ağırlıkları açısından grup II, III ve IV arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

Karaciğer ağırlıkları bakımından gruplar arasında önemli bir fark saptanmıştır (F4;45=38.58, $p < 0.001$). Grup V dışında tüm grupların postmortem ortalama karaciğer ağırlıkları, grup I'in değerleri ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde fazladır. Ancak grup II'nin ortalama karaciğer ağırlıklarındaki artış diğer tüm gruplar ile karşılaştırıldığında daha yüksek bulunmuştur.

TARTIŞMA

Organ ağırlıkları yaş ve cinsiyete göre farklılık göstermekle birlikte ölüm nedenleri ile de değişiklik gösterir. Organ ağırlığındaki artış genellikle, dolaşımın bozulması, hipervolemi, hipoproteinemi ve mikrovasküler yaralanma (örn; enfeksiyon, toksik gaz solunumu ve sıvı aspirasyonu) gibi nedenlerle meydana gelen ödem ve konjesyon nedeniyledir. Bunlar da vücut boşluğundaki efüzyon ile ilişkilendirilebilir.

Suda boğulma ile ilgili son çalışmalar, ortamdaki alveollere sıvı geçişinin akciğer ağırlığındaki artışa katkıda bulunduğunu göstermektedir. Bu, akut kardiyak ölümlerde dolaşım bozukluğundan kaynaklanan pulmoner tıkanıklık nedeni ile akciğer ağırlığının artması durumunda olduğu gibi boğulma olayında içinde bulunulan ortamdaki aspire edilen sıvı miktarına bağlı olarak oluşan hipervolemi nedeni ile akciğer ağırlığının artması şeklindeki açıklamaları desteklemektedir (1). Artan akciğer ağırlıklarında, aspire edilen sıvının katkısını kanıtlamak için kan biyokimyası ile ilgili başka araştırmaların da

yapılması gerekmektedir. Grup IV'ün ortalama kalp ağırlığı grup II'ninkinden daha yüksek olduğu halde, grup IV ile grup III ve grup I arasında fark izlenmemiştir. Bu sonuç suda boğulma tanısında kalp ağırlığının destekleyici olmadığını düşündürmüştür (Tablo 2–3). Önceki çalışmalarda tuzlu suda boğulma durumunda akciğer ağırlıklarının daha fazla arttığı bildirilmiş ise de son yapılan çalışmalarda tatlı su ve tuzlu suda boğulma arasında önemli bir farkın olmadığı belirtilmiştir. Ancak bazı çalışmalarda, suda boğulan ve boğulmayan vakalar arasında önemli fark olduğu bildirilmiştir (1,4,5). Bu çalışmada, suda boğulan ve suda bekletilen grupların ortalama total akciğer ağırlıkları kontrol grubununkilerden önemli ölçüde daha yüksek ($p<0.05$) olmasına rağmen, suda boğulan grubun ortalama total akciğer ağırlığı diğer tüm gruplarınkinden önemli ölçüde daha yüksek ($p<0.05$) bulunmuştur. Bu sonuçlar, akciğer ağırlığının suda boğulma tanısında hala önemli olduğunu göstermektedir (Tablo2 ve 3). Yorulmaz ve arkadaşlarınınca yapılan bir (1) tatlı ve tuzlu suda boğulan olguların akciğer ağırlıkları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Vakalar ölüm sebeplerine göre; suda boğulmayanlar (grupA), suda boğulanlar (grupB) ve belirlenemeyen (grupC) olarak üç ana gruba ayrıldığında ve total akciğer ağırlığı için 1000g referans olarak alındığında, gruplar arasında önemli bir fark olduğunu ve boğulma vakalarının akciğer ağırlığının diğer gruptakilerinkinden daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Lunetta ve ekibi (6), suda bulunan normal akciğerli kişilerin ya da solunum yollarına sıvı penetrasyonu olmayan kişilerin gerçek suda boğulma nedeniyle ölüm insidansının sanılandan çok daha düşük olduğunu (%2'nin altında) belirtmişlerdir.

Diğer yandan Hadley&Smith (7) akciğer ağırlığındaki düşüşün çürüme (ayırışma) zamanına karşı duyarlı olduğuna dikkat çekmiştir. Adli tıp uzmanları ve pataloglar, uzun süre bedenlerin suda kalmasının ölüm koşullarının tam olarak anlaşılmasına engel olabileceğinin uzun süreden beri farkındadır. Bu çalışmada, 24 ve 72 saat suda bekletilmiş gruplar oluşturulmuştur. Özellikle postmortem 72 saat suda bekletilen grupta, akciğer ağırlığının yanı sıra tüm organ ağırlıklarında bir düşüş olduğu görülmüştür (Tablo 2 ve 3). Hadley &Smith (7) tarafından yapılan çalışmanın aksine bu çalışmada ilk 24 saatten sonra organ ağırlığı azalışı göze çarpmıştır. Bu farklılığın büyük ihtimalle ortamın sıcaklığı ile ilişkili olduğu

düşünülmüştür. Önceleri akciğer ağırlığı ve aspire edilen su miktarı arasında önemli bir korelasyon olduğu düşünülmüştü. Ancak bu çalışmadaki sonuçlar bu düşüncüyü doğrulamamıştır (Tablo 1). Bu çalışma boğulmada akciğer ağırlığındaki artışın aspire edilen suyun miktarı dışında, olayın mekanizmasından etkilendiğini göstermiştir.

Zhu ve ekibi (8), boğulma, akut asfiksi ve kardiyak kaynaklı ölümlerde postmortem akciğer ağırlıklarını incelemiştir. Ölüm sebepleri ve buna bağlı olarak akciğer ağırlığı arasında büyük bir fark olduğunu ve pleural efüzyon miktarının en fazla tuzlu su boğulmalarında, ardından tatlı su boğulmalar, akut kardiyak ölümler ve asfikside olduğunu bildirmişlerdir. Zhu ve ekibi (9), aynı zamanda boğulmada kardiopulmoner patofizyolojinin olası bir indeksi olarak akciğer-kalp ağırlığı oranını incelemiştir. Çalışmalarında, akciğer-kalp ağırlık oranının, suda boğulmalarda diğer asfiksilere göre daha yüksek olduğunu, tuzlu suda tatlı su boğulmalarından daha yüksek olma eğilimi gösterdiğini saptamışlardır. Sonuç olarak suda boğulma tanısı açısından akciğer-kalp ağırlık oranının bir indeks olabileceğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen bulgular, Zhu ve arkadaşlarının bulgularını desteklemektedir. Sadece kalp ağırlığı suda boğulma tanısında yeterli olmadığı halde, grup II'nin ortalama akciğer-kalp ağırlık oranı hem kontrol grubundan hem de postmortem immersiyon gruplarından önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$) (Tablo 2 ve 3).

Grup II'nin ortalama beyin ağırlığı, grup I dışındaki tüm gruplardan önemli ölçüde daha yüksektir ($p<0.05$). Beyin ağırlığının hem anoksi hem de ekzojen sıvı absorpsiyonundan etkilendiği düşünülür. Grup V'in ortalama beyin ağırlığı tüm gruplarınkinden önemli oranda daha düşüktür ($p<0.05$). Bu sonuçlar, beyin ağırlığındaki düşüşün çürümeye bağlı olduğunu düşündürmüştür (Tablo 2 ve 3).

Grup V'in ortalama sağ böbrek ağırlığı, grup II, grup III ve grup IV'ten daha düşüktür ($p<0.05$). Bu sonuç gene çürüme ile açıklanabilir. Diğer yandan grup II, grup III ve grup IV'ün ortalama sağ böbrek ağırlıkları grup I ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde daha yüksektir ($p<0.05$). Ancak grup II, III ve IV arasında önemli farklılık yoktur ($p>0.05$). Bu sonuçlar böbrek ağırlığının suda boğulma tanısı için anlamlı olmadığını göstermiştir (Tablo 2 ve 3).

Grup V dışında tüm grupların postmortem ortalama karaciğer ağırlığı, grup I ile karşılaştırıldığında önemli

ölçüde fazladır ($p<0.05$). Ancak grup II'nin ortalama karaciğer ağırlığındaki artış diğer tüm gruplar ile karşılaştırıldığında daha yüksektir ($p<0.05$). Postmortem 72 saat suda bekletilmiş grupta karaciğer ağırlığındaki düşüşün sebebi çürüme ile açıklanabilir. Aynı zamanda karaciğer ağırlığı, suda boğulma tanısı için destekleyici bir veri olabilir (Tablo 2 ve 3). Hadley ve Foster (10) karaciğer, beyin, böbrek, dalak ağırlıklarının suda boğulma, asfiksi ve travma ile ilişkisini araştırmışlardır. 217 suda boğulan, 166 pür asfiksi ve 381 travma ölümünde, akciğer, böbrek ve dalakta ortalama organ ağırlığının asfiksidede travmaya göre arttığı, hem asfiksi hem de suda boğulmada dalak ve karaciğer ağırlığının arttığı, suda boğulmada asfiksije göre sadece akciğer ve böbreklerin ortalama ağırlığının arttığını belirtmişlerdir. Bazı çalışmalarda; ası, elle ya da bağla boğma gibi sebeplerden dolayı gelişen asfiksiler ile karşılaştırıldığında, dalak ağırlığı/vücut ağırlığı oranının suda boğulma kurbanlarındakinden önemli ölçüde daha küçük olduğu bulunmuştur (11,12). Bu deneysel çalışmada, suda boğulma olgularının organ ağırlıkları diğer asfiktik ölümlerle karşılaştırılmamış, ayrıca dalak ağırlığı çalışmaya dâhil edilmemiştir. Suda boğulma, postmortem suya batırma ve kontrol grupları ile karşılaştırılmıştır.

Kaynaklar ve bu sonuçların ışığında, karaciğer ağırlığı, akciğer ağırlığı ve akciğer-kalp ağırlığı oranının, tek başlarına tanı koydurucu olmasa da, sudan çıkan cesetlerde submersion ve immersion arasındaki ayırım için destekleyici makroskobik bulgular verebileceği sonucuna varılmıştır. Ancak hayvan deneylerinden elde edilen bulguların, hayvanların anatomofizyolojik özelliklerine göre insanlardan farklılık gösterebileceğinin gözönünde bulundurulması gerekir. Suda boğulmanın tanısı için yapılan tamamlayıcı metotların güvenilirliğini geliştirmek ve araştırmak için yapılacak çalışmalar

KAYNAKLAR

1. Yorulmaz C, Arican N, Afacan I, Dokgoz H, Asirdizer M. Pleural effusion in bodies recovered from water. *Forensic Sci Int* 2003;136:16–21.
2. Lunetta P, Penttila A, Sajantila A. Circumstances and macropathologic findings in 1590 consecutive cases of bodies found in water. *Am J Forensic Med Pathol* 2002;23:371–6.

3. Knight B. Immersion deaths. *Forensic pathology*. 1st ed. London: Edward Arnold; 1991. p. 360–74.
4. Kringsholm B, Filskov A, Kock K. Autopsied Cases of Drowning in Denmark 1987-1989. *Forensic Sci Int* 1999;52:85-92.
5. Giertsen JC. Drowning. In: Tedeschi LG, ed. *Forensic Medicine*. 1st ed. London: WB Saunders Company; 1977. p. 1317-33.
6. Lunetta P, Modell JH, Sajantila A. What is the incidence and significance of "dry-lungs" in bodies found in water? *Am J Forensic Med Pathol* 2004;25:291–301.
7. Hadley JA, Smith GS. Evidence for an early onset of endogenous alcohol production in bodies recovered from the water: implications for studying alcohol and drowning. *Accid Anal Prev* 2003;35:763-9.
8. Zhu BL, Quan L, Li DR, Taniguchi M, Kamikodai Y, Tsuda K, Fujita MQ, Nishi K, Tsuji T, Maeda H. Postmortem lung weight in drownings: a comparison with acute asphyxiation and cardiac death. *Leg Med (Tokyo)* 2003;5:20-6.
9. Zhu BL, Quan L, Ishida K, Oritani S, Li DR, Taniguchi M, Kamikodai Y, Tsuda K, Fujita MQ, Nishi K, Tsuji T, Maeda H. Lung-heart weight ratio as a possible index of cardiopulmonary pathophysiology in drowning. *Leg Med (Tokyo)* 2003;5:295-7.
10. Hadley JA, Fowler DR. Organ weight effects of drowning and asphyxiation on the lungs, liver, brain, heart, kidneys, and spleen. *Forensic Sci Int* 2003;133:190-6.
11. Haffner HT, Graw M, Erdelkamp J. Spleen findings in drowning. *Forensic Sci Int* 1994;66:95–104.
12. Ito Y, Tsuda R, Hara M. The weight ratio of organs for 750 judicial autopsy cases. *Igaku Kenkyu* 1989;59:60–2.

İletişim:

Dr. Yasemin BALCI
Muğla Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Adli Tıp
Anabilim Dalı, MUĞLA
E-posta: yaseminbalci@mu.edu.tr