

O₂/N₂O ANESTEZİSİ ALTINDA ENDOTRAKEAL TÜP BALONU BASINCINDA OLUŞAN ARTMA VE BUNUN ÖNLENMESİ

Zeynep Esener*

Endotrakeal intübasyon günümüzde anestezi uygulananın vazgeçilmez bir işlemi haline gelmiştir. Trakeal intübasyonun uzun ve ilginç bir geçmişi vardır. İnsanda ilk kez 1792 de Curry tarafından yapılmıştır (4). Trendelenburg 1871 de ilke olarak günümüzde kullanılanların aynı olmak üzere şişirilebilen balonlu trakeostomi tüpünü tanımlamıştır. Daha sonra 1893 te Eisenmenger balon içi basıncı gösteren ve muhtemelen kısıtlayan pilot balonlu ve daha büyük hacimli gelişmiş bir balon örneği sunmuştur (11).

Ancak balonlu tüplerin gerçek anlamda yaygın kullanımı 1950 lerde Avrupa ve 1960 başlarında ABD de görülen polio salgınları sırasında solunum yetersizliği gösteren hastalarda olmuştur.

Şişirilebilen balon trakeada belirgin bir hasar yapmadan hem pozitif basınçlı solunum sırasında gaz kaçagını önlemeli hem de solunum yolunu aspirasyondan korumalıdır. Ancak bunu sağlamak üzere şişirilen balonun da aşırı şişirilme sonucu tüp duvarına bası ile lümeni daraltması veya tüpün ucunu kapatması ve daha önemlisi trakea duvarına yaptığı baskı ile iskemik hasar yapması gibi önemli sakıncaları vardır.

Son yıllarda yoğun bakım alanındaki hızlı gelişmeler, ağır yaralı ve solunum desteği gerektiren hastalarda uzun süreli mekanik solunum uygulananın yaygınlaşması sonucu daha önceleri kurtarılamayan hastaların yaşatılması mümkün olmaktadır. Ancak bu yolla tedavi edilen ve yaşayan pek çok hastada uzun süren trakeal intübasyon sonucu, trakea duvarında ülserasyon, trakeomalasi ve bunların sonucunda stenoz, bazen trakeo-özofageal fistül olgusuna rastlanmaktadır (6). Bu pekçok araştırmacıyı balon ve tüpün yapısı ve niteliğinin düzeltilmesi yolunda çalışmalarına yöneltmiştir.

Öte yandan hava ile şişirilmiş bir balon vücutta gaz dolu bir boşluk oluşturmaktadır. O₂/N₂O anestezisi sırasında nitrous oxide'in diffüzyonla vücut boşlukla-

rına geçtiği, barsak gibi genişleyebilen organlarda distansiyona, iç kulak gibi genişleyemiyen boşluklarda ise basınç artışına yol açtığı Eger ve Saidman (5) tarafından gösterilmiştir. Yine aynı şekilde nitrous oxide'in tüp materyelinden geçerek balon içine diffüze olduğu ve balon içi basıncı artırdığı gösterilmiştir (14). Bu basınç artışı ile balonun aşırı şekilde gerilebileceği, üst solunum yolu tıkanıklığı ve trakea duvarında hasara neden olabileceği ileri sürülmüş ve bunu önlemek için balonun anestetik gaz karışımı ile şişirilmesi önerilmiştir (2, 3, 9, 13, 14). Ancak balonun şişirilmesi için O_2 ve N_2O karışımının kullanıldığı ve bunun sonucu balon içi basınçta meydana gelebilecek değişiklikleri araştıran bir çalışmaya rastlamadık. Tüp balonun oda havası ile şişirilmesi sonucu meydana gelecek değişiklikleri gözlemek ve verileri gaz karışımı ile şişirilmiş balon içindeki basınç değişiklikleri ile karşılaştırmak amacıyla iki kısımdan oluşan bu çalışmayı planladık.

MATERYAL VE METOD

Çalışma en küçük yaş 25, en büyük yaş 65 ve yaş ortalaması 39. 06 olan ve intübasyon gerektiren girişimlerin uygulandığı 50 hastada yapıldı. Hastaların 36 sı kadın, 14 ü erkek idi.

Uygun şekilde premedikasyon uygulanan hastalara anestezi indüksiyonu için 5 mg/kg Pentothal ve 1 mg/kg Lysthenon verildi. Fasikülasyonlar bitinceyedek maske ile O_2 verildi, ve hastalar uygun boyda kırmızı kauçuk Rüşch endotrakeal tüple entübe edildi.

İntübasyondan sonra tüpün pilot balonunun ucuna 3 yollu bir musluk takıldı ve musluğun diğer uçlarından birine Vaquez-Laubry Sphygmameter bağlandı. Üçüncü uca da hava veya sistemin inspiratuar kolundan alınan % 33 O_2 ve % 66 N_2O karışımı ile doldurulmuş enjektör takıldı ve balon trakeadan gelen kaçak sesi kesilinceyedek hava (25 vaka-Grup I) veya gaz karışımı (25 vaka-Grup II) ile şişirildi. Sonra musluk kolu manometre ile balonu bağhyacak şekilde çevrildi. Balon içi kontrol basınç saptandı. Daha sonraki saptamalar ilk üç kez 5 dakika daha sonra anestezi bitinceyedek 10 dakika aralıklarla yapıldı.

Anestezinin devamı 2 lt O_2 , 4 lt N_2O ile birlikte bir narkotik analjezik veya Halothane verilerek sağlandı. Solunumun kontrolü veya kas gevşemesi gerektiren girişimlerde Lysthenon etkisi geçtikten sonra Pavulon verilerek manuel olarak pozitif basınçlı solunum uygulandı.

B U L G U L A R

Anestezi süresi Grup I de ortalama 111.2 (55-255) dakika, Grup II de ise ortalama 119.6 (55-230) dakika idi. Kullanılan endotrakeal tüplerin boyları 32-38 arasında değişti.

Balonu şişirmek için gerekli hava miktarı en az 2 cc, en fazla 7 cc olmak üzere ortalama 4.08 cc, gaz karışımı ise en az 3 cc, en fazla 8 cc olmak üzere 5.04 cc idi.

Balon içi kontrol basınç : Grup I de 166.08 (60-270) mm/Hg

Grup II de ortalama 173.40 (90-240) mm/Hg

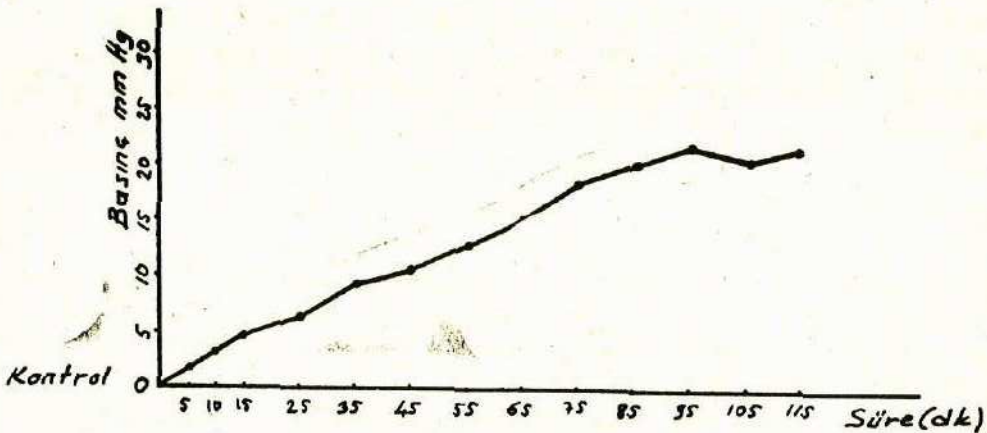
Daha sonraki saptamalarda Grup I de balon içi basıncın giderek arttığı, Grup II de ise azaldığı görüldü. Anestezi sürelerinin değişik olması nedeniyle değerlendirilmenin sağlıklı olması amacıyla karşılaştırmalar olgu sayısının 10 a düştüğü süreler içinde yapıldı. Bu süre Grup I de 120, Grup I de 125 dakika idi.

Tabloda I de hastaların yaşları, anestezi süreleri, balonu şişirmeye yeterli gaz volümü ve balon içi basıncın kontrol değerleri toplu halde görülmektedir.

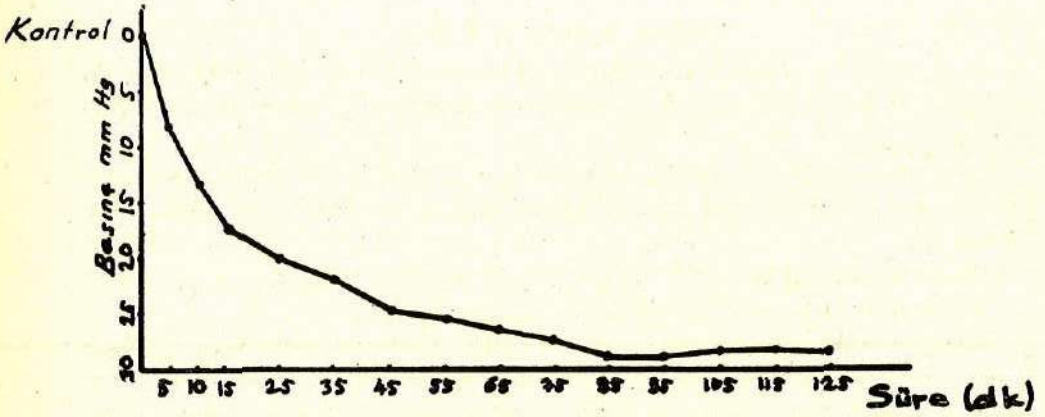
Tablo I : Hastadan elde edilen değerler

	Yaş	Anestezi Süresi (dk)	Gaz Volümü (ml)	Kontrol Balon içi Basınç (mm/Hg)
Grup I	39.12	111.2	4.08	166.08
	20-66	(55-255)	(2-7)	(60-270)
Grup II	39	119.6	5.04	173.4
	25-65	55-230)	(3-8)	(90-260)

(Parantez içindeki değerler değişim sınırlarına aittir)



Şekil I : I. grupta balon içi basınçta artma



Şekil II : II. grupta balon içi basınçta düşme

Grup 1 de balon içi basınç giderek artıp 95. dakikada en yüksek değerine ulaşmış ve daha sonra stabilize olmuştur. Bu noktadaki artış başlangıç kontrol değere göre ortalama 21.75 mmHg (değişim sınırları 10-49 mmHg) olmuştur.

Çalışmanın ikinci kısmını oluşturan Grup II de ise grafikten de izlenebileceği gibi ilk 15 dakikada hızlı olmak üzere balon içi basınç 85 dakikaya kadar giderek düşmeye devam etmiştir. Bu sırada düşme ortalama 28.77 mm/Hg (değişim sınırları 14-50 mm/Hg) olmuştur. Bu derece düşmeye karşın sadece bir hastada (düşme 60 mm/Hg) kaçak nedeniyle balonu tekrar şişirme gereksinimi duyulmuştur.

Grup 1 de 12, Grup II de 15 olmak üzere toplam 27 hastada pozitif basınçlı solunum uygulanmış ve solunum şeklinin balon içi basınçta meydana gelen değişikliklere etkisi olup olmadığını araştırmak üzere gruplar solunum şekline göre alt gruplara ayrılmış, ancak basınç değişikliği ile solunumun spontan veya pozitif basınçlı oluşu arasında istatistiki olarak anlamlı bir bağlantı saptanamamıştır ($p < 0.05$).

TARTIŞMA

Nordin ve ark. (10) endotrakeal tüp balonunun trakea duvarı mukozasında yaptığı değişiklikleri araştırmak üzere tavşanlarda yaptıkları çalışmada balon şişirilmediği halde trakeaya tüp konmasının epitel tabakasında yüzeysel hasara neden olduğunu ve hasarın sadece kıkırdak üzeri bölgede olduğunu saptamışlardır. Ancak anestezi sırasında trakeobronşial ağacın aspirasyondan korunması ve pozitif basınçlı solunum sırasındaki kaçağın önlenmesi amacıyla tüp balonun şişirilmesi

zorunludur. Aynı araştırmacılar balonun şişirilmesi ile mukozadaki hasarın balon içi basınçla doğru orantılı olarak arttığını göstermişlerdir. Hasara uğrayan bölgede önemli ölçüde hücre kaybı olmakta ve hasar giderek yayılıp derinleşmektedir.

Aspirasyonu önlemek için lateks balonlu kırmızı kauçuk Rüsch tüplerinde minimal balon içi basıncın 250 cm H₂O (183.82 mm/Hg) olması gerektiği bildirilmiştir (2). Collins'te 15-20 mmHg pozitif basınçlı solunum sırasında endotrakeal balonu şişirmek ve tüp kenarından kaçışı önlemek için gerekli balon içi basıncı 90-220 mmHg olarak bildirmiştir (4). Bu veriler bizim Grup I için ortalama 166.8 ve Grup II için ortalama 173.4 mmHg olan bulgularımıza uymaktadır.

Ayrıca genişlikleri 30-40 Fr No arasında değişen tüplerin balonlarını şişirmek için 2-6 ml hava gerektiği bildirilmiştir (4). Bu da sırasıyla Grup I de ortalama 4.08 cc ve Grup II de ortalama 5.04 cc olan bulgularımıza uymaktadır.

Tüp balonunu şişirmek için gereken basıncın çoğu balonun yapıldığı madde nin esnekliğini yenmek için harcanır. Geri kalanı ile balon tarafından trakea duvarına basınç olarak iletilir ve 10-25 mmHg arasındadır. Hasar oluşumunda önemli olan basıncın bu kısmıdır. Bu değer aşağı yukarı ortalama kapiller kan basıncı kadardır ve böylece her vakada basınç iskemisi riski söz konusu olmaktadır. Yapılan çalışmalar 4 saate kadar süren intübasyonlarda hasarın derecesinde, intübasyon süresinden çok basıncın önemli olduğunu göstermiştir (7,11). Balon içi basınç arttıkça mukozal kan akımı azalmakta ve perfüzyon bozulmaktadır (13).

Başlangıçta hava ile trakeadan gaz kaçışını önleyecek kadar şişirilen balon içindeki basınç O₂/N₂O anestezisi uygulanan hastalarda solunumun şekline bağlı olmaksızın artmıştır. Balon içi basınç her vakada artmış, en az 2 ve en fazla 49 mmHg olmuştur. Bu basınç artışı vücutta kapalı bir boşluk oluşturan balon içine N₂O diffüzyonu sonucu olmaktadır. N₂O yanında O₂ diffüzyonu da olmakta ise de % 50 veya 25 yoğunlukta O₂ verildiğinde 4 saatte 1 ml olacak kadar azdır (14). Bu nedenle oksijen diffüzyonu balon içi basıncın artışında ihmal edilebilir bir et-kendir.

N₂O diffüzyon hızı balon duvarının kalınlığı, yapıldığı madde ve anestezi süresi ile ilgili ise de en önemli etken tüp duvarının iki tarafındaki parsiyel basınç farkıdır (3,14).

Başlangıçtaki basınçla balonun trakea duvarına sadece temas edip hiç baskı yapmadığı bile kabul edilse daha sonra balon içi basınçta meydana gelen artışla trakea duvarına olan basınç O₂/N₂O anestezisi altında önemli ölçüde artmaktadır. Lateks balonlarda 40.5 cm H₂O (29.77 mm Hg) balon-trakea duvarı basıncının trakea halkaları üzerindeki mikrosirkülasyonu durdurduğu bildirilmiştir (13). Bizim olgularımızda en yüksek artış 95. dakika ortalama 21.75 mmHg olmuş, ancak 9 olguda (%36) artış yukarıda belirtilen değerin ve kapiller basıncın üzerine çıkmıştır.

Kontrol değerin başlangıç noktası olarak alındığı şekil-1 den izlenebileceği gibi basınç artışı 95. dakikada zirve yaptıktan sonra aynı düzeyde devam etmektedir. Bu nedenle kısa süreli girişimlerde basınç artışı önemli düzeylere ulaşamaz veya ulaşsa bile bu düzeyde uzun süre kalmıyacağı için sakıncalı olmayabilir.

Marguort ve Fischer (8) 60. dakikada Super Safety tüplerinde basınç artışını 15-30 cm H₂O (11.02-22.05 mmHg) olarak saptamış ve balonun etkili minimal volümde hava ile şişirilmesi ile bu süre içinde kapiller perfüzyonun bozulmayacağını ileri sürmüşlerdir. Bizim olgularımızda 60. dakikadaki artış 14.95 mmHg olmuştur.

N₂O anestezisi altında uzun süreli intübasyonlarda balon içi basıncı gözleyen Mehrkens ve ark. (9) ise 3 saat sonunda balon içi basıncın 35 mmHg arttığını ve bunun trakea duvarında nekroz yapabileceğini bildirmişlerdir. Bizim olgularımızdan sadece üçü bu süreye kadar devam etmiş ve 180. dakikada artış 32 mmHg olmuştur.

Balonun yaptığı baskı sonucu trakea duvarında meydana gelecek hasar, hipotensif, üremik, solunum yolu enfeksiyonu olan, sepsisli veya kortizon alan hastalarda daha fazla olacaktır (1).

Çalışmanın ikinci kısmında basınç artışının sakıncalarını kaldırmak üzere balon O₂/N₂O karışımı ile şişirilmiş ve muhtemelen balon içindeki N₂O in tüp içine diffüzyonu ile balon içi basınç giderek düşmüştür. Ancak düşmenin 60 mmHg olduğu bir olgu dışında bu durum herhangi bir sorun yaratmamıştır. Bu olguda kaçak nedeniyle balon tekrar şişirilmiştir.

Bu verilere dayanarak 1,5 saatten daha uzun süren ve O₂/N₂O anestezisi altında yapılan girişimlerde aşırı derecede gerilen balonun trakeada iskemik değişikliklere neden olmasını önlemek amacıyla, tüp balonunun gaz karışımı ile şişirilmesi, hava ile şişirilmişse saatte bir dikkatli aspirasyondan sonra indirilip tekrar kaçağı önleyecek minimum volümle şişirilmesi veya ideal olarak balon içi basıncın bir manometre ile devamlı gözlenip kontrol değerde tutulmasında büyük yarar olduğu kanısındayız.

SUMMARY

Changes of Pressure in the Endotracheal Tube Cuffs

Changes of pressure in the endotracheal tube cuffs inflated either with room air or O₂/N₂O mixture have been compared in 50 patients under O₂/N₂O anaesthesia. In cuffs inflated with air intracuff pressures increased regardless of the mode of ventilation and were above the mean capillary pressure in most of the cases. In cuffs inflated with anaesthetic gas mixture intracuff pressures gradually decreased but only in one case did this necessitate reinflation.

According to these results and the possibility of ischemic damage to the tracheal wall, cuffs should be inflated with anaesthetic gas mixture or if inflated with air they should be deflated and reinflated every hour after careful aspiration or pressure should be monitored continuously with a manometer and adjusted accordingly.

Ö Z E T

O₂/N₂O anestezisi uygulanan 50 hastada endotrakeal tüp balonunun oda havası veya O₂/N₂O karışımı ile şişirilmesi ile balon içi basınçta meydana gelen değişiklikler karşılaştırıldı. Hava ile şişirilen balonlarda basınç solunumun şekline göre değişmeksizin her olguda artmış ve olguların çoğunda ortalama kapiller kan basıncının üzerine çıkmıştır. Gaz karışımı ile şişirilen balonlarda ise basınç giderek azalmış ancak azalma sadece bir olguda kaçığa neden olmuştur. Bu verilere ve uzun süreli girişimlerde trakea mukozasında iskemik değişiklikler meydana gelme olasılığına dayanılarak bazı önerilerde bulunulmuştur.

K A Y N A K L A R

- 1 - Arola MK, Anttinen J : Postmortem Findings of tracheal injury after cuffed intubation and tracheostomy, *Acta Anaesth Scand* 23 : 57, 1979
- 2 - Bernhard WN, ve ark. : Adjustment of intracuff pressure to prevent aspiration, *Anesthesiology* 50 : 363, 1979
- 3 - Bernhard WN, ve ark. : Physical characteristics of and rates of nitrous oxide diffusion into tracheal tube cuffs, *Anesthesiology* 48 : 413, 1978
- 4 - Collins VJ : Endotracheal anesthesia : Basic considerations in principles of anesthesiology. 2 nd editon, Lea and Febiger, Philadelphia. S : 344, 1978
- 5 - Eger EI, Saindman LJ : Hazards of nitrous oxide in bowel obstruction and pneumothorax, *Anesthesiology* 26 : 61, 1975
- 6 - Lewis RF, Schlobohm RM, Thomas AN : Prevention of complications from prolonged tracheal intubation, *Am J Surg*, 135 : 452, 1978
- 7 - Mathias DB, Wedley JR : The effect of cuffed endotracheal tubes on the tracheal wall, *Br J Anaesth* 46 : 849, 1974
- 8 - Marquort H, Fischer KJ : Tracheal wall load as induced by endotracheal tubes : controlled pressure reduction. V. European congress of anesthesiology, *Excerpta Medica Abstr* 333, 1978

- 9 - Mehrkens HH, ve ark. : Cuff pressure pattern of tracheal tubes during long-term anesthesia in abdominal surgical intervention V. European congress of anesthesiology Abstr 334, 1978
- 10 - Nordin U, ve ark. : Surface structure and vascular anatomy of the tracheal Wall under normal conditions and after intubation. Acta Otolaryngol (Stockh) Suppl 345, 1977
- 11 - Nordin U, Engström B, Lindholm C-E : Surface structure of the tracheal wall after different durations of intubation. Acta Otolaryngol (stockn) Suppl 345, 1977
- 12 - Nordin U, Lindhom C-E : The vessels of rabbit trachea and ischemia caused by cuff pressure, Arch Oto-Rhino-Laryngol 215 : 11, 1977
- 13 - Nordin U, Lindholm C-E, Wolgast M : Blood flow in the rabbit tracheal mucosa under normal conditions and under the influence of tracheal intubation, Acta Anaesthesiol Scand 21 : 81, 1977
- 14 - Stanley TH, Kawamura R, Graves C : Effects of nitrous oxide on volume and pressure of endotracheal tube cuffs, Anesthesiology 41 : 256, 1974