



Koroidin Vasküler Yapısının Laboratuvar Modellemesi: Pars Plana Vitrektomi Esnasında İntraoperatif Koroidal Hemoraji Dinamiklerini Değerlendiren bir Çalışma

Experimental Laboratory Modeling of Choroidal Vasculature: A Study of the Dynamics of Intraoperative Choroidal Hemorrhage during Pars Plana Vitrectomy

© Mahmut Doğramacı*, © Funda Dikkaya**, © Fevzi Şentürk**, © Cengiz Aras**

*Princess Alexandra Hastanesi, Göz Hastalıkları Bölümü, Essex, Birleşik Krallık

**Medipol Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Öz

Amaç: Koroid kanamaları (KK), koroid damarlarının rüptürü ve kanın supra koroid boşluğuna ekstrasvazyonu ile meydana gelir. Koroid damar sistemini daha iyi şekilde anlamak için, bu çalışmada amaca yönelik olarak ölçeklendirilmiş bir model kullanıldı. Bu model aracılığıyla, koroid damar sistemindeki stres düzeyleri farklı koşullar altında ölçüldü.

Gereç ve Yöntem: Koroid damar yapısı modelinde, 1 cm genişliğinde ve 10 cm uzunluğunda lastik bir tüp kullanıldı. Modeldeki stres seviye ölçümü için ise özel iletken iplik kullanıldı. Modeldeki stres seviyeleri, farklı sistemik intravasküler kan basıncı seviyeleri (İVB), farklı göz içi basınç seviyeleri (GİB) ve farklı distorsiyon seviyeleri altında ölçüldü.

Bulgular: Koroid damar modelindeki stres değerleri GİB ile negatif, İVB ve distorsiyon ile pozitif korelasyon gösterdi. Tüm korelasyonlar istatistiksel olarak anlamlı idi ($p<0,05$). Ancak, modelde ekspansil tamponad kullanıldığında bu korelasyon ekspansil olmayan tamponadlara göre daha kuvvetliydi. Distorsiyonun stres ile korelasyonu, İVB'nin korelasyonuna göre daha güçlü idi. İVB'nin stres ile korelasyonu ise, GİB'nin korelasyonuna göre daha güçlü idi. Distorsiyondan kaynaklanan damar yapısındaki stres, yüksek GİB etkisi ile karşılaştırıldığında gerileme gösterirken, yüksek İVB'den kaynaklanan damar yapısındaki stres tam tersine hafif bir artış sergiledi.

Sonuç: Cerrahi işlemler sırasında göz küresinin aşırı distorsiyonu, nadiren görülen intraoperatif KK'lerin başlıca nedeni olabilir. Ekspansil olmayan oküler tamponat kullanımı, koroid kanamasına karşı vasküler yatak için daha iyi destek sağlar ve koroid kanaması saptanan hastalarda önerilen tampon çeşidi olmalıdır. GİB'nin aşırı artırılması, distorsiyondan kaynaklanan koroid damarlarındaki kanama riskinin önlenmesinde sınırlı etkiye sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Koroid kanaması, vitrektomi, koroid, suprakoroidal boşluk

Abstract

Objectives: Choroidal hemorrhages (CH) result from rupture of choroidal vessels leading to extravasation of blood into the suprachoroidal space. In this study, we aimed to understand the hemodynamics of CH by developing a purpose-built scale model of the choroidal vasculature and calculating stress levels in the model under different conditions.

Materials and Methods: We modeled the choroidal vasculature using a rubber tube 10 cm in length and 1 cm in diameter that was wrapped with conductive thread to enable the measurement of stress at the walls of the tube. Stress levels across the tube were continuously measured under different systemic intravascular blood pressure levels (IVP), intraocular pressure (IOP) levels, and distortion.

Results: Stress values across the choroidal vessel model correlated negatively with IOP and positively with IVP and distortion. All correlations were statistically significant ($p<0.05$) and were stronger when the model was filled with expansile tamponade compared to non-expansile tamponades. Distortion showed the strongest correlation in terms of increasing stress across the model, while IVP showed

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Funda Dikkaya, Medipol Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

E-posta: fundadikkaya@hotmail.com ORCID-ID: orcid.org/0000-0003-2312-2521

Geliş Tarihi/Received: 24.07.2020 Kabul Tarihi/Accepted: 29.12.2020

Cite this article as: Doğramacı M, Dikkaya F, Şentürk F, Aras C. Experimental Laboratory Modeling of Choroidal Vasculature: A Study of the Dynamics of Intraoperative Choroidal Hemorrhage during Pars Plana Vitrectomy. Turk J Ophthalmol 2021;51:294-300

©Telif Hakkı 2021 Türk Oftalmoloji Derneđi
Türk Oftalmoloji Dergisi, Galenos Yayınvevi tarafından basılmıştır.

stronger correlation compared to IOP. Raising IOP to counteract the stress in the model was effective when the stress in the model was secondary to increased IVP, but this approach was not effective when the stress in the model was caused by distortion.

Conclusion: Excessive distortion of the globe during surgical maneuvers could be the primary reason for the rarely observed intraoperative CH. Non-expansile ocular tamponade provides better support for the vascular bed against CH and should be the recommended choice of tamponade in patients with existing CH. Increasing IOP excessively is of limited effect in preventing CH in vessels that are under stress as a result of distorting surgical maneuvers.

Keywords: Choroid hemorrhage, vitrectomy, choroid, suprachoroidal space

Giriş

Koroidal kanamalar (KK) göreceli olarak nadir görülse de yıkıcı sonuçlara yol açabilir. KK, önce kanın koroide ve daha sonra suprakoroidal alana ekstrasvazasyonuna yol açan arteriyol, venül veya kapiller damarların yırtılmasından kaynaklanır.¹ Vasküler rüptürün olası mekanizmaları arasında göz içi basıncında (GİB) azalma, sistemik kan basıncında yükselme, damar yapısında bozulma ve kan damarlarına doğrudan hasar olduğu düşünülmektedir. Ancak bu varsayımlar deneysel verilerle desteklenmemiştir. Bu nedenle, KK'nin hemodinamiğini anlamak için yapılan araştırmalar, cerrahların riskleri azaltmak için etkili önlemler almasını sağlamak açısından önemlidir. Cerrahlara genellikle ameliyat sırasında hipotoniden kaçınmaları, sistemik kan basıncı yüksek olan hastaların ameliyatını ertelemeleri ve yüksek riskli hastalarda ekspansil tamponad kullanımını en aza indirmeleri önerilmektedir. Ancak, oküler dokuların intraoperatif istemsiz distorsiyonunun önüne geçilmesinin KK'nin önlenmesindeki rolü genellikle yeterince vurgulanmamaktadır. Bununla birlikte, matematiksel modeller, mekanik stres ile bulbus distorsiyonunun, hipotoni veya yüksek sistemik kan basıncına kıyasla, KK meydana gelmesinde daha önemli bir rol oynadığını göstermiştir.² Bu nedenle bu çalışmada koroid damar sisteminin amaca yönelik ölçek modelini oluşturup farklı koşullar altında modeldeki stres düzeylerini hesaplayarak KK hemodinamiğini anlamayı amaçladık.

Gereç ve Yöntem

Koroid damar sistemi 10 cm uzunluğunda ve 1 cm çapında bir kauçuk tüp kullanılarak modellenmiş ve tüp duvarlarındaki gerilimin ölçülebilmesi için iletken iplikle sarılmıştır. Tüp bir elektrikli pompa kullanılarak dolduruldu ve farklı düzeylerde sistemik intravasküler kan basıncı (İVB) simüle edildi. Ayrıca GİB'deki değişimleri simüle etmek için basıncı çeşitli düzeylerde değiştirilebilen kapalı bir kaba yerleştirildi. Cerrahi manevralar sırasında oküler distorsiyonu simüle etmek ve tüpe uzunlamasına çeşitli düzeylerde gerim uygulamak için bir hidrolik aktüatör kullanıldı. Farklı İVB, GİB ve distorsiyon seviyelerinde tüpteki stres düzeyleri sürekli olarak izlendi. GİB ve İVB mmHg cinsinden ve stres Paskal (Pa) olarak ölçülürken, distorsiyon modelin uzunluğundaki değişim yüzdesi olarak ölçüldü (örneğin; 10 cm'lik kauçuk tüpün %10 distorsiyona karşılık gelecek şekilde 11 cm'ye uzatılması) (Şekil 1, 2).

Deneyler iki aşamada gerçekleştirildi. İlk aşama 3 set deneyden oluşuyordu ve GİB, sistemik kan basıncı ve longitudinal gerim değişikliklerine bağlı olarak koroid damar sistemindeki stres seviyesi değişimlerinin gözlemlenmesi amaçlandı. İkinci aşama

2 set deneyden oluşuyordu ve yüksek sistemik kan basıncı ve oküler distorsiyona sekonder ortaya çıkan koroid damar ağındaki yüksek stres düzeylerine karşı koymak için GİB'yi yükseltmenin yararlarını değerlendirilmesi amaçlandı.

Aşama 1 sırasında, başlangıçta İVB 120 mmHg'de ve distorsiyon %0'da sabit tutuldu ve GİB 35 mmHg'den 0 mmHg'ye düşürülürken stres ölçümleri yapıldı. Bu koşul, hipotoninin koroid damar ağı üzerindeki etkisini yansıtmaktadır. Daha sonra GİB 35 mmHg'de ve distorsiyon %0'da sabit tutuldu ve İVB 120 mmHg'den 200 mmHg'ye çıkarılırken stres ölçümleri yapıldı. Bu koşul, yüksek sistemik kan basıncının koroid damar ağı üzerindeki etkisini yansıtmaktadır. Son olarak, GİB 35 mmHg'de ve İVB 120 mmHg'de sabit tutularak modelin uzunluğu %12'ye kadar kademeli olarak uzatılarak stres ölçümleri yapıldı. Bu koşul, peroperatif oküler distorsiyonun koroid damar ağı üzerindeki etkisini yansıtmaktadır.

Aşama 2'de, koroid damar ağındaki stres seviyeleri önce İVB 6 Pa'ya kadar yükselttiler ve ardından strese karşı koymak için GİB 35 mmHg'den 80 mmHg'ye kadar kademeli şekilde yükseltildi. Bu koşul ile yüksek sistemik kan basıncı olan hastalarda KK'yi önlemek için cerrahi sırasında GİB'nin artırılmasının rolü araştırıldı. Daha sonra deneyler tekrarlandı, ancak bu kez koroid damar ağındaki stres seviyelerini 6 Pa'ya yükseltmek için distorsiyon kullanıldı, İVB 120 mmHg'de tutuldu ve ardından strese karşı koymak için GİB 35 mmHg'den 80 mmHg'ye kademeli olarak artırıldı. Bu koşul, cerrahi sırasında distorsiyona maruz kalan gözlerde KK'yi önlemek için ameliyatta GİB'nin artırılmasının rolünü yansıtmaktadır.

İstatistiksel Analiz

Tüm deneyler, ekspansil olmayan ve ekspansil tamponad kullanılan gözleri modellemek üzere, konteyner sırasıyla su veya hava ile doldurularak ayrı ayrı yapıldı. Doğruluğu artırmak ve istatistiksel analizler için her test 10 kez tekrarlandı. Sonuçların istatistiksel anlamlılığı Spearman korelasyonu ile değerlendirildi. P değerinin $\leq 0,05$ olduğu korelasyonlar anlamlı kabul edildi. Veri analizleri SPSS yazılımı, sürüm 18 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) kullanılarak yapıldı (Tablo 1).

Bulgular

Aşama 1'deki ilk deney setinde koroid damar ağında stres ile GİB arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif korelasyon saptandı. Bu deneylerde İVB 120 mmHg'de sabit tutuldu ve distorsiyon %0 idi. Model ekspansil tamponad ile doldurulduğunda korelasyon daha güçlüydü. Model ekspansil tamponad ile doldurulduğunda Spearman'ın sıra korelasyon katsayısı $-0,504$ ($p < 0,05$) idi ve stres düzeyleri 1,7 Pa'ya ulaştı.

Model ekspansil olmayan tamponad ile doldurulduğunda ise Spearman'ın sıra korelasyon katsayı $-0,190$ ($p<0,05$) bulundu ve stres düzeyleri $0,1$ Pa'ya ulaştı. Aşama 1'deki ikinci deney setinde GİB 35 mmHg'de sabit ve distorsiyon %0'ken koroid damar ağında stres ile İVB arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir korelasyon olduğu görüldü. Model ekspansil tamponad ile doldurulduğunda Spearman'ın sıra korelasyon katsayısının $-0,771$ ($p<0,05$) olması ve stres seviyelerinin maksimum 61 Pa'ya ulaşması, oysa model ekspansil olmayan tamponad ile doldurulduğunda Spearman'ın sıra korelasyon katsayısının $0,570$ ($p<0,05$) olması ve stres seviyeleri $9,9$ Pa'ya ulaşması nedeniyle korelasyonun model ekspansil tamponad ile doldurulduğunda daha güçlü olduğu bulundu. Aşama 1'deki üçüncü deney setinde GİB 35 mmHg, İVB 120 mmHg düzeyinde sabit tutuldu ve koroid damar ağındaki stres ile tübüler yapıya uygulanan distorsiyonun derecesi arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif korelasyon olduğu görüldü. Ancak, kabın ekspansil tamponad (Spearman katsayısı; $0,624$, $p<0,05$) veya ekspansil olmayan tamponad (Spearman katsayısı; $0,629$, $p<0,05$) ile doldurulması korelasyonun gücünü neredeyse hiç değişikliğe neden olmadı (Şekil 3).

GİB artışının koroid damar ağında strese karşı koymadaki rolü aşama 2'de test edildiğinde, ilk deney seti koroid damar ağında stresin İVB'de yükselmeye bağlı olduğu durumlarda GİB ile stres arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif bir korelasyon olduğunu göstermiştir. Bu korelasyon, kabın ekspansil tamponad (Spearman katsayısı; $0,670$, $p<0,05$) ile doldurulması durumunda ekspansil olmayan tamponad (Spearman katsayısı; $-0,580$, $p<0,05$) ile doldurulmasına göre bir miktar daha güçlü bulunmuştur. Bununla birlikte, şaşırı bir şekilde aşama 2'deki ikinci deney setinde, stresin distorsiyondan kaynaklandığı durumlarda, koroid damar ağında GİB ile stres arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir korelasyon olduğu görülmüştür. Bu korelasyon, kabın ekspansil tamponad (Spearman katsayısı; $0,419$, $p<0,05$) ve ekspansil olmayan tamponad (Spearman katsayısı; $0,413$, $p<0,05$) ile doldurulması durumlarında benzer değerlerde bulunmuştur (Şekil 4).

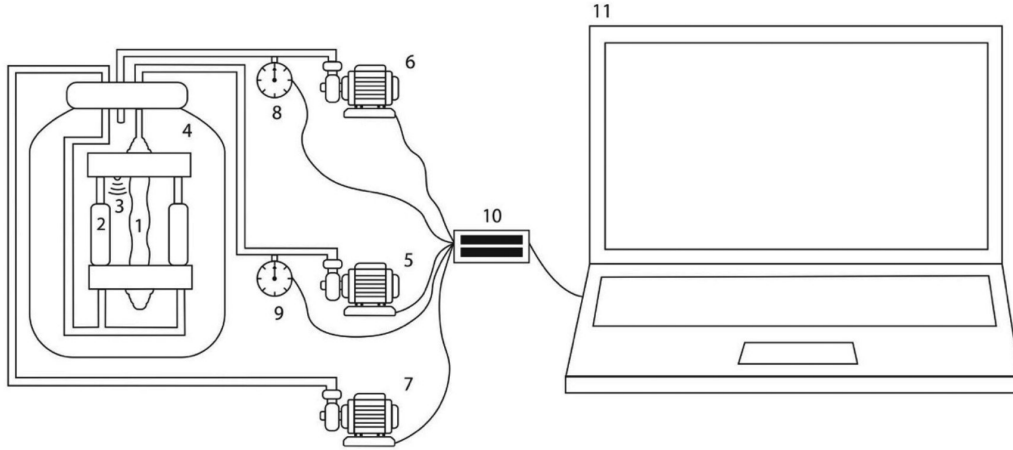
Tartışma

Son derece vasküler olan koroidde görülen kanamalar siliyer arterler, arteriyoller, venüller ve kapiller damarlardan kaynaklanabilir. Glokom^{7,9}, afaki¹⁰ ve ileri yaşa ek olarak

Tablo 1. Model ekspansil ve ekspansil olmayan tamponad ile doluyken, aşama 1 ve 2'de yer alan her deneyde GİB, İVB, distorsiyon ve stresin başlangıç ve son değerleri. Son stres değerleri, her deneyde ölçülen 10 değerlerin ortalamasıdır

Aşama	Deney	Amaç	Tamponat	Test sayısı	GİB (mmHg)		İVB (mmHg)		Distorsiyon (%)		Stres (Pa)	
					Başlangıç	Son	Başlangıç	Son	Başlangıç	Son	Başlangıç	Son
Bir	1	Düşük GİB'nin koroidal damarlardaki stres üzerine etkisini araştırmak	Ekspansil olmayan	10	35	0	120	120	0	0	0	0,1
			Ekspansil	10	35	0	120	120	0	0	0	1,7
	2	Yüksek İVB'nin koroidal damarlardaki stres üzerine etkisini araştırmak	Ekspansil olmayan	10	35	35	120	200	0	0	0	9,9
			Ekspansil	10	35	35	120	200	0	0	0	61
	3	Koroidal damarlarda distorsiyonun stres üzerine etkisini araştırmak	Ekspansil olmayan	10	35	35	120	120	0	12	0	23
			Ekspansil	10	35	35	120	120	0	12	0	64
İki	1	Yüksek İVB'nin nedeniyle koroidal damarlarda oluşan strese karşı koymada GİB'nin yükseltilmesinin rolünü araştırmak	Ekspansil olmayan	10	35	80	180	180	0	0	6	0,6
			Ekspansil	10	35	80	180	180	0	0	6	0,4
	2	Distorsiyon nedeniyle koroidal damarlarda oluşan strese karşı koymada GİB'nin yükseltilmesinin rolünü araştırmak	Ekspansil olmayan	10	35	80	120	120	12	12	6	6,5
			Ekspansil	10	35	80	120	120	12	12	6	6

GİB: Göz içi basınç, İVB: İntravasküler kan basıncı



Şekil 1. Modelin diyagramı. 1: tüp duvarlarındaki stresin ölçülebilmesini sağlamak için iletken bir iplikle sarılmış 10 cm uzunluğunda ve 1 cm çapında lastik tüp. 2: cerrahi manevralar sırasında gelişen oküler distorsiyonu simüle etmek için tüpte farklı miktarlarda uzunlamasına gerim oluşturan hidrolik aktüatör. 3: tüp üzerine uygulanan gerimi ölçmek için kullanılan kızılötesi mesafe sensörü. 4: modelin içinde yer aldığı ve farklı göz içi basıncı (GİB) değerlerini simüle etmek için basıncı değiştirilebilen kapalı bir kap. Deneyler, sırasıyla ekspansil ve ekspansil olmayan tamponadları simüle etmek için kap hava veya su ile doldurularak gerçekleştirildi. 5: sistemik intravasküler kan basıncını (İVB) simüle etmek için tüp içi basıncı değiştirmekte kullanılan pompa. 6: GİB'i simüle etmek için kap basıncını değiştirmekte kullanılan pompa. 7: oküler distorsiyonu simüle etmek için hidrolik aktüatörün basıncını değiştirmekte kullanılan pompa. 8: İVB'yi sürekli izlemek için kullanılan basınç sensörü. 9: GİB'yi sürekli izlemek için kullanılan basınç sensörü. 10: pompaları kontrol etmek, sensörlerden gelen sinyalleri işlemek ve bilgileri bilgisayara seri bağlantı yoluyla göndermek için kullanılan mikrodenetleyici. 11: mikrodenetleyiciden gelen verileri kaydetmek ve işlemek için kullanılan dizüstü bilgisayar



Şekil 2. Bir aktüatöre bağlı ve sızdırmaz bir kaba yerleştirilmiş, iletken iplikten oluşan gerim sensörleri ile sarılmış, 10 cm uzunluğunda ve 1 cm çapında bir kauçuk tüpten yapılmış koroid damarın ölçekli modeli. Kap kısmen su ile doludur. Göz içi basıncı (GİB) ve sistemik kan basıncını (İVB) simüle etmek için özel bir pompa sistemi kullanılarak tüp ve kabın basınçları değiştirildi. Cerrahi sırasında bulbus distorsiyonunu simüle etmek için tüpe uzunlamasına kontrollü gerim uygulayabilen bir aktüatör kullanıldı. Tüpteki stres seviyeleri çeşitli GİB, İVB ve gerim düzeyleri altında sürekli olarak izlendi

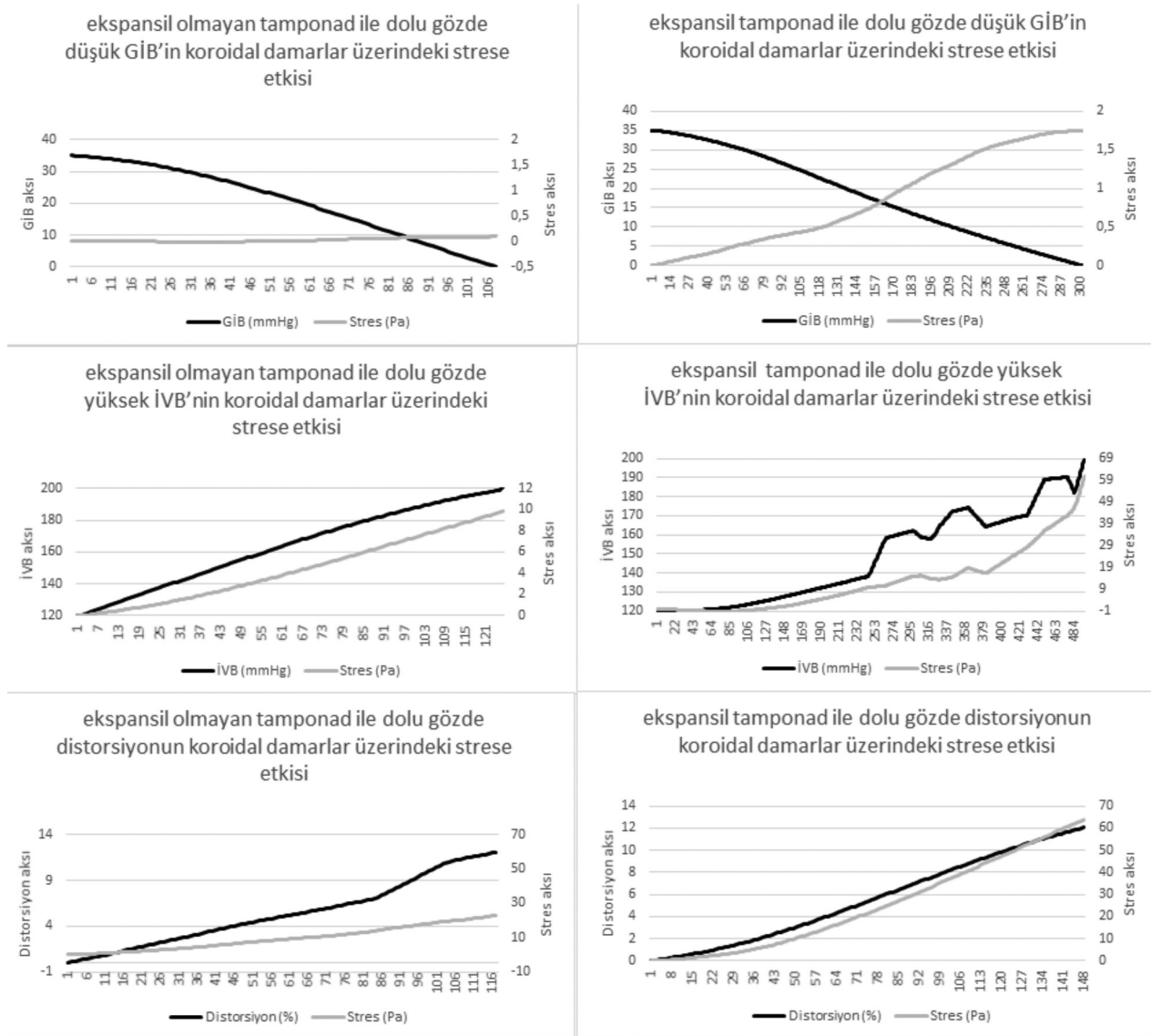
hipotoni^{3,4,5,6} ve yüksek sistemik kan basıncı^{7,8} bu duruma sıklıkla katkıda bulunan faktörler olarak kabul edilmektedir.^{3,9} Hipotoninin (örneğin; bulbus insizyonu kaynaklı) vasküler yatağı desteksiz bırakan bir vasküler basınç gradyanını indüklediği düşünülmektedir. Özellikle kısa ve uzun arka siliyer arterlerde arterioller nekroz gibi diğer katkıda bulunan faktörlerin varlığında, desteksiz kalan vasküler yatakta kan basıncı yükselerek rüptüre yol açabilir.^{7,11} Alternatif olarak, artmış İVB (örneğin; vorteks venlerinde obstrüksiyon sonucu) uzun ve kısa arka siliyer arterlerdeki basıncı artırarak rüptüre yol açabilir.^{8,12} Bununla birlikte, koroid damarlarındaki basınç, cerrahi manevralar sırasında bulbusun istemsiz deformasyonu gibi doğrudan veya dolaylı distorsiyonlarına da duyarlıdır. Oküler distorsiyon, dış ve orta oküler katmanları birbirlerinin üzerine kaymaya zorlayabilir, çünkü bu katmanlar sadece ince bir sıvı tabakası ve ince bir kolajen fibril tabaka ile ayrılmıştır. Bu nedenle, suprakoroidal boşluğun etrafındaki damar ağı, sadece transmural basınç gradyanına değil, aynı zamanda suprakoroidal kanamayı önlemek için oküler katmanlar arasındaki göreceli harekete dayanacak kadar sağlam olmalıdır.^{13,14}

Literatürde tavşan gözünde deneysel ekspulsif KK modelleri tanımlanmıştır. Tüm bu modellerde İVB artışı, vorteks venlerinde akım bloke edilerek veya bu venler bağlanarak veya lateks bantlar aracılığı ile proptozis indüklenerek oluşturulmuştur. Bu modellerde hipotoni ise, bulbus insizyonu veya kornea grefti alınması ile indüklenmiştir.^{12,13,14} Önceki çalışmaların aksine, koroid damar ağının yeni bir *in vitro* modelini kullandık. Bu yaklaşım koroid damar ağındaki stres seviyelerini hassas bir şekilde hesaplayabilmemize olanak verdi ve model ekspansil veya ekspansil olmayan tamponad ile doluyken GİB, İVB ve distorsiyon seviyelerinde kademeli değişiklikler yaparak aradaki ilişkileri incelememizi sağladı.

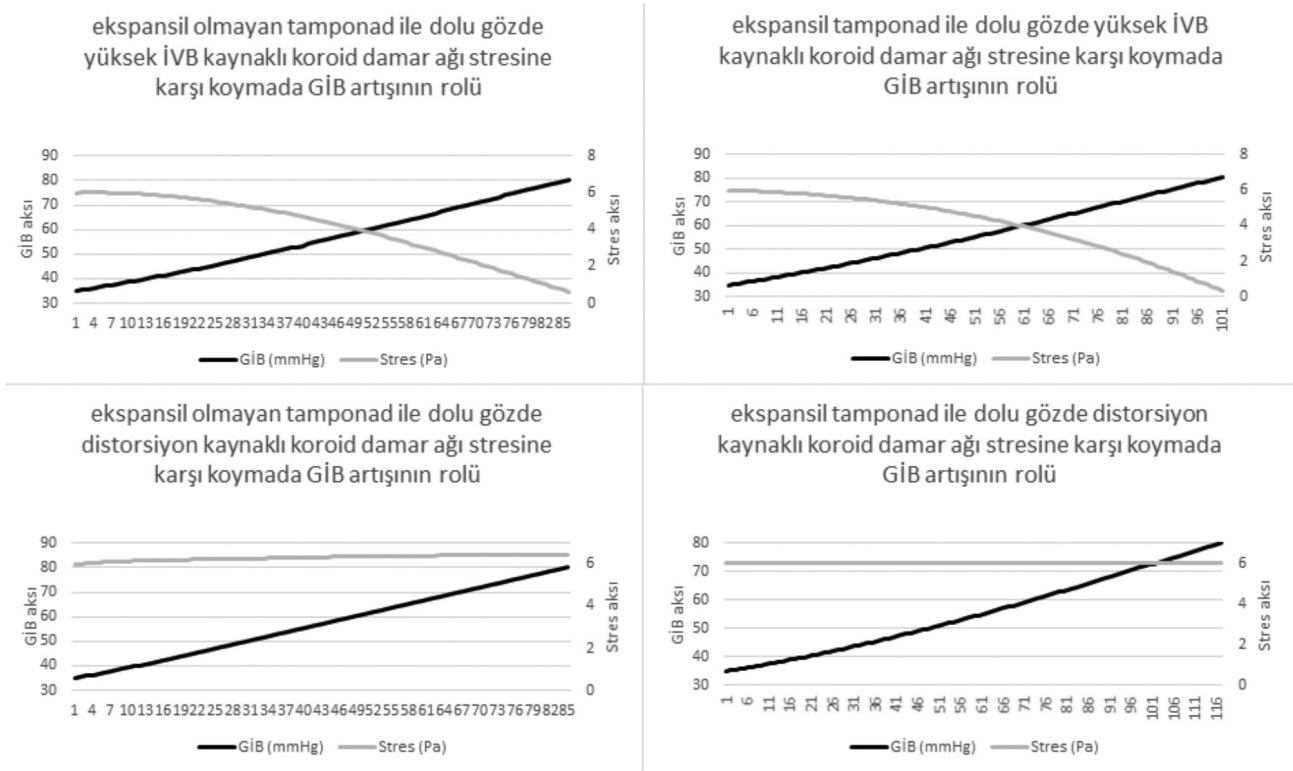
Modelimiz, koroid damar ağında stresi indüklemeye bulbus distorsiyonunun, İVB artışına kıyasla daha önemli bir rol oynadığını ve bunun da hipotoniden daha büyük bir etkiye sahip olduğunu düşündürmektedir. Buradan yola çıkarak, kapalı bulbus yaralanması olan hastalarda görülen travmatik KK ve eksternal skleral çökertme için sütürlerin sıkılması gibi bazı cerrahi manevralar sırasında ortaya çıkan intraoperatif KK, primer olarak koroid damar ağında distorsiyon ile açıklanabilir.^{15,16} Bu ayrıca önceki çalışmalarda bildirilen hipotoninin KK'nin deneysel indüksiyonunda etkisinin neden sınırlı olduğunu da açıklamaktadır.^{17,18} Nitekim hipotonik gözlerde KK etiyojilerinin koroid damar ağı distorsiyonu ile dolaylı olarak ilişkili olduğu düşünülmektedir. Hipotoninin

transmural basınç farkını büyütürken filtrasyon hızını artırdığı, bunun sonucunda gelişen koroidal efüzyonun uzun ve kısa siliyer kan damarlarını distorsiyona uğratarak damarların rüptürüne ve kanamaya yol açtığı öne sürülmüştür.^{6,12,13,19,20,21,22,23,24}

Mevcut model de daha önceki modeller ile benzer şekilde, yüksek sistemik İVB ve hipotoniyeye bağlı KK riskinin ekspansil tamponad kullanılması durumunda daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bu durum büyük olasılıkla ekspansil tamponadlara kıyasla ekspansil olmayan tamponadların yoğunluğunun damar yatağına sağladığı ekstra destekten kaynaklanmaktadır.^{7,11} Bu, ameliyat sırasında KK şüphesi varsa veya KK saptanırsa ekspansil olmayan tamponadların kullanılmasının neden önerildiğini açıklamaktadır.²



Şekil 3. Aşama 1'de model ekspansil (sağ kolon) ve ekspansil olmayan tamponad (sol kolon) ile doldurularak yapılan deneylerin koroid damar ağındaki stresin göz içi basıncı (üst sıra), sistemik intravasküler basınç (orta sıra) ve oküler distorsiyon (alt sıra) ile ilişkili sonuçları gösterilmektedir



Şekil 4. Aşama 2'de model ekspansil (sağ kolon) ve ekspansil olmayan tamponad (sol kolon) ile doldurularak yapılan deneylerin yüksek sistemik intravasküler kan basıncı (üst sıra) ve distorsiyon (alt sıra) kaynaklı koroid damar ağrı stresine karşı koymada intraoküler basıncın artırılmasının rolünü göstermektedir

Model ayrıca, koroid damar ağrında yüksek strese karşı koymak için GİB'nin artırılmasının, ancak damar ağrındaki stres İVB'de artışa bağlı geliştiğinde etkili olduğunu ortaya koymuştur. Yüksek GİB düzeyleri, stresin esas kaynağı distorsiyon olduğunda koroid damar ağrı üzerindeki stresi azaltmada etkili değildir. Bu önemli bir bulgudur, çünkü GİB'in artırılması intraoperatif KK'de en yaygın kullanılan stratejidir, ancak cerrahi distorsiyonu en aza indirmek için yapılabilecekler genellikle göz ardı edilmektedir.

Çalışmanın Kısıtlılıkları

Çalışmanın kısıtlılıklarının biri, modelin koroid damar ağrının ölçekli şekilde büyütülmüş bir modeli olmasıdır. Bu yöntem stres düzeylerindeki değişikliklerin daha hassas ölçümünü sağlamasına rağmen, koroid damar ağrındaki gerçek stres düzeyleri modelimiz ile ölçülenlerden farklı olabilir.

Sonuç

Cerrahi manevralar sırasında bulbusun istemsiz aşırı distorsiyonu, nadiren karşılaşılan intraoperatif KK'nin primer nedeni olabilir. Bu nedenle, ameliyat sırasında oküler dokuların gereksiz distorsiyonunu önlemek için dikkatli olunmalıdır. Ekspansil olmayan oküler tamponad, KK'ye karşı vasküler yatağa daha iyi bir destek sağlar ve KK'li hastalarda bu tamponad türü seçilmelidir. Ameliyat sırasında, özellikle göz ekspansil

tamponad ile doldurulduğunda hipotoniden kaçınılmalı ve ekspansil tamponad ile dolu hipotonik gözlerde distorsiyona neden olmamak için azami çaba gösterilmelidir. Son olarak, intraoküler cerrahilerde GİB'nin aşırı yükseltilmesi, hassas oküler dokuların distorsiyonu kaynaklı gelişen KK'yi önlemede sınırlı etkiye sahiptir.

Bilgilendirme

Selin Doğramacı'ya şeklin çizilmesindeki yardımları için teşekkür ederiz.

Etik

Etik Kurul Onayı: Çalışmamız insan ve hayvan ögesi içermeden laboratuvarında deneysel model ile yapıldığından etik kurul onayı alınmamıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Editörler kurulu dışında olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

Yazarlık Katkıları

Konsept: M.D., E.Ş., **Dizayn:** M.D., C.A., **Veri Toplama veya İşleme:** F.D., **Analiz veya Yorumlama:** M.D., C.A., **Literatür Arama:** M.D., E.Ş., **Yazan:** M.D., F.D.

Çıkar Çatışması: Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

Kaynaklar

1. Wolter JR. Expulsive hemorrhage: a study of histopathological details. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 1982;219:155-158.
2. Williamson, T.H., *Intraocular Surgery: A Basic Surgical Guide.* Switzerland; Springer International Publishing; 2016:87-110.
3. Gressel MG, Parrish RK, Heuer DK. Delayed nonexpulsive suprachoroidal hemorrhage. *Arch Ophthalmol.* 1984;102:1757-1760.
4. Purcell JJ Jr, Krachmer JH, Doughman DJ, Bourne WM. Expulsive Hemorrhage in Penetrating Keratoplasty. *Ophthalmology.* 1982;89:41-43.
5. Manschot WA. The pathology of expulsive hemorrhage. *Am J Ophthalmol.* 1955;40:15-24.
6. Maumenee AE, Schwartz ME. Acute intraoperative choroidal effusion. *Am J Ophthalmol.* 1985;100:147-154.
7. Taylor DM. Expulsive hemorrhage. *Am J Ophthalmol.* 1974;78:961-966.
8. Zauberman H. Expulsive choroidal haemorrhage: an experimental study. *Br J Ophthalmol.* 1982;66:43-45.
9. Samuels B. Postoperative nonexpulsive subchoroidal hemorrhage. *Arch Ophthalmol.* 1931;6:840-851.
10. Ruderman JM, Harbin TS Jr, Campbell DG. Postoperative suprachoroidal hemorrhage following filtration procedures. *Arch Ophthalmol.* 1986;104:201-205.
11. Taylor DM. Expulsive hemorrhage: some observations and comments. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 1974;72:157-169.
12. Beyer CF, Peyman GA, Hill JM. Expulsive choroidal hemorrhage in rabbits: a histopathologic study. *Arch Ophthalmol.* 1989;107:1648-1653.
13. Fuchs E. Ablösung der aderhaut nach staaroperation. *Albrecht von Graefes Arch Ophthalmol.* 1900;51:199-224.
14. Lakhanpal V. Experimental and clinical observations on massive suprachoroidal hemorrhage. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 1993;91:545-652.
15. Wolter JR. Expulsive Hemorrhage During Retinal Detachment Surgery: A case with survival of the eye after Verhoeff sclerotomy. *Am J Ophthalmol.* 1961;51:264-266.
16. Chandra A, Jazayeri F, Williamson TH. Warfarin in vitreoretinal surgery: a case controlled series. *Br J Ophthalmol.* 2011;95:976-978.
17. Capper SA, Leopold IH. Mechanism of serous choroidal detachment: A review and experimental study. *AMA Arch Ophthalmol.* 1956;55:101-113.
18. Collins ET. An experimental investigation as to some of the effects of hypotony in rabbits' eyes. *Tr Ophthalmol Soc UK.* 1918;38:217-227.
19. Wolter JR, Garfinkel RA. Ciliochoroidal effusion as precursor of suprachoroidal hemorrhage: a pathologic study. *Ophthalmic Surg.* 1988;19:344-349.
20. Pederson JE, Gaasterland DE, MacLellan HM. Experimental ciliochoroidal detachment: effect on intraocular pressure and aqueous humor flow. *Arch Ophthalmol.* 1979;97:536-541.
21. Verhoeff FH, Waite JH. Separation of the choroid, with report of a spontaneous case. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 1925;23:120-139.
22. Chylack LT Jr, Bellows AR. Molecular sieving in suprachoroidal fluid formation in man. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1978;17:420-427.
23. Brubaker RF. Intraocular surgery and choroidal hemorrhage. *Arch Ophthalmol.* 1984;102:1753-1754.
24. Campbell J. Expulsive choroidal hemorrhage and effusion: A reappraisal. *Ann Ophthalmol.* 1980;12:332-340.