



Glokom İki Basınç ile İlişkili Optik Nöropati midir? Sistemantik Bir İnceleme ve Meta-Analiz

Is Glaucoma a Two-Pressure-Related Optic Neuropathy? A Systematic Review and Meta-Analysis

✉ Tung Thanh Hoang*, **, ***, ✉ Bui Van Anh****, ✉ Prem Subramanian*****

*Hanoi Tıp Üniversitesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Hanoi, Vietnam
 **Hanoi Tıp Üniversitesi Hastanesi, Göz Hastalıkları Bölümü, Hanoi, Vietnam
 ***Sydney Üniversitesi Tıp Fakültesi, Save Sight Enstitüsü, Sidney, Avustralya
 ****Vietnam Ulusal Göz Hastanesi, Glokom Departmanı, Hanoi, Vietnam
 *****Colorado Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Aurora, ABD

Öz

Amaç: Translaminer basınç farkı (TLBF) ve glokom arasındaki ilişkiyi irdeleyen mevcut literatürü gözden geçirmek.

Gereç ve Yöntem: Bu makalede, 01/01/2010-31/12/2022 tarihleri arasında PubMed aracılığı ile MEDLINE, Cochrane Eyes and Vision ve Google Akademik veri tabanlarını kullanarak bir literatür taraması yaptık. Tarama yapılırken “glokom”, “göz içi basıncı”, “translaminer kribrosa basınç gradyanı/farkı”, “kafa içi basıncı” ve “beyin omurilik sıvısı basıncı” terimleri kullanıldı. Meta-analiz için 471 sonuç arasından 8 makale seçildi.

Bulgular: Meta-analizimiz, yüksek basınçlı ve normal basınçlı glokom gruplarında sağlıklı gruplara göre göz içi basıncı ve TLBF'nin anlamlı düzeyde yüksek, beyin omurilik sıvısı basıncının ise düşük olduğunu göstermiştir.

Sonuç: Güncel çalışmalarda glokom hastaları ve sağlıklı bireyler arasında BOSp ve TLBF'de fark saptanması TLBF ve glokom arasında potansiyel bir ilişki olduğunu düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Glokom, göz içi basıncı, translaminer kribrosa basınç gradyanı/farkı, beyin omurilik sıvısı basıncı, kafa içi basıncı

Abstract

Objectives: To review the current literature related to the correlation between translaminar pressure difference (TLPD) and glaucoma.

Materials and Methods: In this article, we conducted a literature review using MEDLINE via PubMed, Cochrane Eyes and Vision, and Google Scholar from 01/01/2010 to 31/12/2022. Search terms included “glaucoma”, “intraocular pressure”, “translaminar cribrrosa pressure gradient/difference”, “intracranial pressure”, and “cerebrospinal fluid pressure”. Of 471 results, 8 articles were selected for the meta-analysis.

Results: Our meta-analysis demonstrated significantly higher intraocular pressure, lower cerebrospinal fluid pressure (CSFp), and greater TLPD in high-tension and normal-tension glaucoma groups compared to healthy groups.

Conclusion: The differences in CSFp and TLPD between glaucoma and healthy people detected in current studies suggests a potential relationship between TLPD and glaucoma.

Keywords: Glaucoma, intraocular pressure, translaminar cribrrosa pressure gradient/difference, cerebrospinal fluid pressure, intracranial pressure

Giriş

Glokom, göz içi basıncının (GİB) normal veya artmış olduğu, retinal ganglion hücrelerinde hasar ile karakterize, kronik, geri dönüşümsüz bir optik nöropatidir. Glokomun mevcut küresel prevalansı 40-80 yaş arası popülasyonda %3,5'tir. 2013 yılında bu yaş grubundaki glokom hastası sayısı 64,3 milyon olup 2020 yılında 76 milyona, 2040 yılında ise 112 milyona yükseleceği öngörülmüştür.¹

Artmış GİB, uzun zamandır glokom patogeneğinde ana ve tek değiştirilebilir risk faktörü olarak kabul edilmiştir. Ancak, hastalar normal basınçlı glokom (NBG) tanısı alabilir veya kardiyovasküler risk faktörleri olmadan ve GİB kontrolü iyiyeen bile hastalık ilerleyebilir.^{2,3} GİB, anterior lamina kribrosaya kuvvet uyguladığından ve teorik olarak optik sinir kılıfı içinde bulbusun arkasına kuvvet uygulayan beyin omurilik sıvısı basıncı

Cite this article as: Hoang TT, Anh BV, Subramanian P. Is Glaucoma a Two-Pressure-Related Optic Neuropathy? A Systematic Review and Meta-Analysis. Turk J Ophthalmol 2024;54:83-89

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Tung Thanh Hoang, Hanoi Tıp Üniversitesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı; Hanoi Tıp Üniversitesi Hastanesi, Göz Hastalıkları Bölümü, Hanoi, Vietnam; Sydney Üniversitesi Tıp Fakültesi, Save Sight Enstitüsü, Sidney, Avustralya

E-posta: tung.hoang@sydney.edu.au **ORCID-ID:** orcid.org/0000-0002-8098-5879

Geliş Tarihi/Received: 14.10.2023 **Kabul Tarihi/Accepted:** 28.01.2024

DOI: 10.4274/tjo.galenos.2024.66267

(BOSp) ile karşı karşıya geldiğinden, glokom ve BOSp arasındaki potansiyel ilişki araştırılmıştır.^{4,5,6,7} BOSp invaziv (lomber ponksiyon) olarak ölçülebilir veya non-invaziv (formül,^{8,9,10,11} transkraniyal Doppler¹²) yöntemlerle hesaplanabilir. Ortaya çıkan translaminer basınç farkı (TLBF = GİB - BOSp)¹³ normal/dengeli veya her iki yönde de anormal/dengesiz olabilir. GİB fazla ise glokom ortaya çıkabilir. Öte yandan, kafa içi basıncının arttığı durumlarda (idiyopatik intrakraniyal hipertansiyon) ve uzun süreli uzay uçuşundan sonra astronotlarda görülebilen optik disk şişmesi ve posterior bulbus düzleşmesinde TLBF, GİB normalden yüksek BOSp kaynaklı olabilmektedir.^{14,15} TLBF teorisinin tersine bir etkisi oküler hipotonide görülebilir ve optik disk ödemi, BOSp'nin normal ve GİB'nin düşük olmasına bağlı gelişebilir.¹⁶ Bazı hayvan çalışmaları ve deneysel çalışmalarda TLBF'nin glokomda rol oynadığı öne sürmüştür.^{17,18,19} BOSp'yi artırmak, GİB'yi azaltmak veya gradyanı değiştirmek geniş anlamda glokomun yönetiminde etkili olabileceği için bu literatür taramasını gerçekleştirdik.

2015 yılında Siaudvytyte ve ark.²⁰ BOSp ile glokom arasındaki ilişkiyle ilgili ilk sistematik derleme ve meta-analizi yayımladılar. Çalışmaları, glokomlu hastalarda TLBF'nin sağlıklı kontrollerden yüksek olduğunu ve TLBF ile glokomatöz optik nöropati arasında bir korelasyon bulunduğunu göstermiştir.²⁰ Güncel derlemelerin çoğu kantitatif analiz yapılmadan hazırlanan nitel literatür analizleridir. Bu nedenle bu çalışmadaki amacımız glokom gelişimi ve progresyonunu TLBF'deki değişikliklere bağlayan mevcut kanıtları sistematik olarak değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem

Literatür Taraması

Bu sistematik derleme ve meta-analiz, PRISMA ("Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses") kılavuzuna uygun olarak hazırlandı. 01/01/2010-31/12/2022 tarihleri arasında PubMed aracılığı ile MEDLINE, Cochrane Eyes and Vision ve Google Akademik'i taradık. Anahtar kelimeler "glokom", "göz içi basıncı", "translaminer kribrosa basınç gradyanı/farkı", "kafa içi basıncı" ve "beyin omurilik sıvısı basıncı" olarak belirlendi. İki bağımsız araştırmacı (T.T.H. ve V.A.B.), tüm PubMed, Cochrane Eyes and Vision ve Google Akademik özetlerini değerlendirdi.

Uygunluk Kriterleri

Hasta grubunda yüksek basınçlı glokom (YBG) (primer açık açılı glokom [PAAG] veya açı kapanması glokomu [PAKG]) ve NBG hastaları ve kontrol grubu sağlıklı bireyler olan, kesitsel, olgu kontrol veya kohort tasarımı, hakemli dergilerde yayımlanmış İngilizce makaleler seçildi. Glokom tipi, GİB, BOSp ve TLBF gibi değişkenlerin açık bir şekilde tanımlanmış olması bir koşul olarak kabul edildi. Literatür veya anlatı derlemeleri, hayvan ve bilgisayar modeli çalışmaları ve glokom hastalarında GİB, BOSp ve TLBF'yi analiz etmeyen çalışmalar hariç bırakıldı. Uygun olan tam metin makaleler son olarak iki araştırmacı (T.T.H. ve V.A.B.) tarafından seçildi. Meta-analizde randomize olmayan çalışmaların kalitesini değerlendirmek için

Newcastle Üniversitesi, Avustralya ve Ottawa, Kanada arasında ortak bir proje olan Newcastle-Ottawa Ölçeği kullanıldı.²¹

Sonuç Ölçütleri

Meta-analiz için kaydedilen veriler GİB, BOSp, TLBF ve BOSp ölçümleri ve glokom tipi idi.

Tanımlamalar

Doğrulanmış BOSp ölçümleri invaziv (lomber ponksiyon) ve non-invazivdi (formül,^{8,9,10,11} transkraniyal Doppler¹²). TLBF, GİB-BOSp³ olarak tanımlandı.

İstatistiksel Analiz

Veriler RevMan 5,3 (Cochrane Collaboration) kullanılarak analiz edildi. Çalışmaların heterojen olması nedeniyle etki büyüklüğü rastgele etkiler modeli kullanılarak hesaplandı. P değerinin 0,05'ten küçük olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Veritabanı taramalarında 471 sonuç bulundu. Tekrarlı kayıtları çıkardıktan sonra 90 çalışma tarandı. Bu taranan çalışmalardan 25 özet, tam metin değerlendirmesi için seçim kriterlerini karşıladı; bunlardan 15 tanesi [Şekil 1](#)'de belirtilen nedenlerle hariç tutuldu ve sonuçta 8 makalenin dahil edilmesine karar verildi ([Tablo 1](#)).^{5,9,10,11,22,23,24,25} Dahil edilen çalışmaların meta-analizi için kalite değerlendirmesi ve elde edilen veriler [Ek Tablo 1, 2](#)'de bulunabilir.

YBG grubundaki glokom hastalarında sağlıklı bireylere göre GİB (Z=2,65, p=0,008) ve TLBF (Z=3,9, p<0,0001) anlamlı düzeyde yüksek bulunurken BOSp (Z=5,9, p<0,0001) ise anlamlı düzeyde düşüktü ([Şekil 2A, B, C](#)). Benzer şekilde NBG grubunda kontrol grubuna göre GİB (Z=93,89, p<0,00001) ve TLBF (Z=2,41, p=0,02) anlamlı düzeyde yüksek bulunurken BOSp (Z=2,06, p=0,04) anlamlı düzeyde düşüktü ([Şekil 2D, E, F](#)). [Tablo 2](#)'de TLBF ile glokom progresyonu arasındaki ilişkiyi yapı ve fonksiyon açısından destekleyen çalışmalara yer verilmiştir.

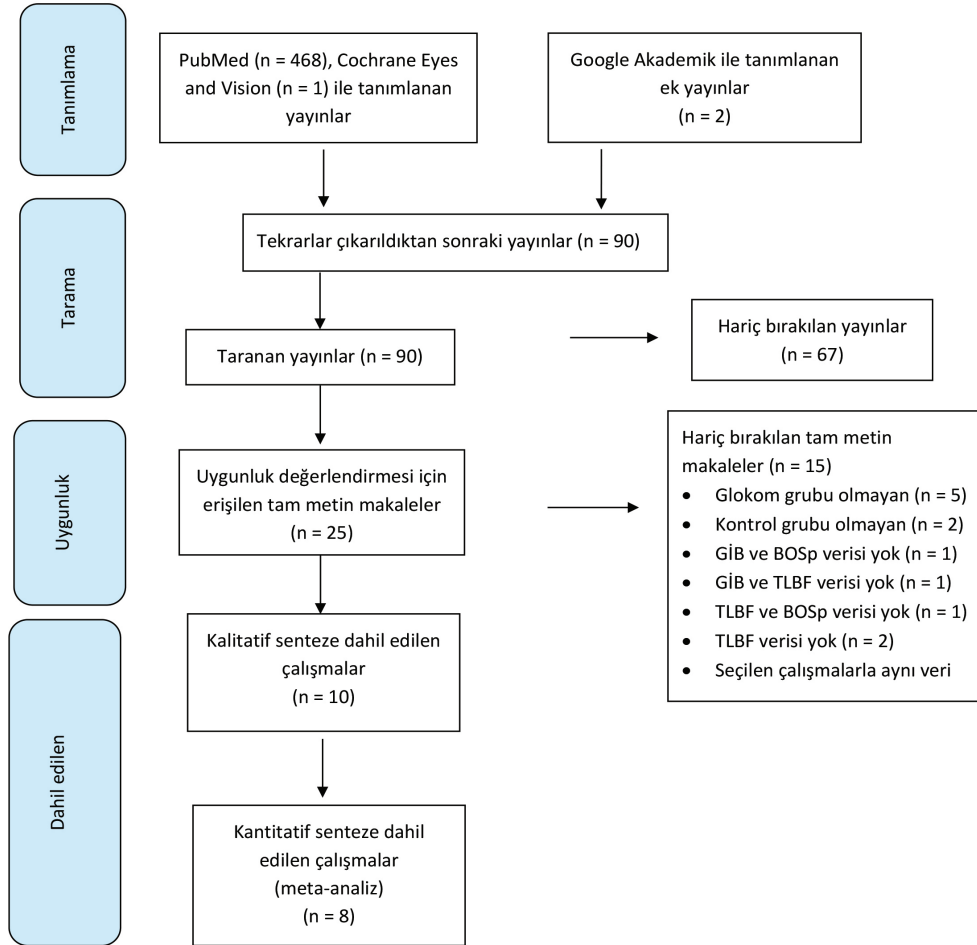
Tartışma

2015 yılında ilk tarama yapıldığında, analiz için sadece 3 prospektif çalışma mevcuttu. O zamandan beri, TLBF ve glokom riski ve progresyonu arasındaki olası ilişkiyi araştırmak için yeni prospektif çalışmalar yapılmıştır. Çalışmamızda hem YBG hem de NBG grubunda glokom hastaları ile sağlıklı kişiler arasında GİB, BOSp ve TLBF açısından anlamlı farklar bulunmuştur. Bu bulgular, dahil edilen çalışmaların çoğu ve Siaudvytyte ve ark.'nın²⁰ meta-analizi ile uyumludur ve bu konu hakkındaki bilimize katkıda bulunmaktadır.

Çalışmamızda, NBG grubunda ortalama GİB sağlıklı kontrollere göre daha yüksekti (p<0,00001). Bu, Deimantavicius ve ark.'nın²⁶ yakın tarihli çalışmasının sonuçları ile uyumludur. Bunun nedeni, Ren ve ark.⁵ ve Lee ve ark.⁹ tarafından yapılan çalışmalara dahil edilen NBG hastalarının ortalama GİB değerlerinin, bu sistematik derlemeye dahil edilen diğer çalışmalardan daha yüksek olması olabilir.

Sonuçlarımız ayrıca BOSp'nin hem YBG ($p<0,0001$) hem de NBG ($p=0,04$) gruplarında kontrol gruplarına göre anlamlı olarak düşük olduğunu gösterdi. Wang ve ark.'na²⁷ göre, manyetik rezonans görüntüleme (MRG) NBG hastalarında orbital optik sinir subaraknoid boşluğunun (SAB) en dar olması, bu hastalarda BOSp'nin PAAG hastaları ve sağlıklı bireylere

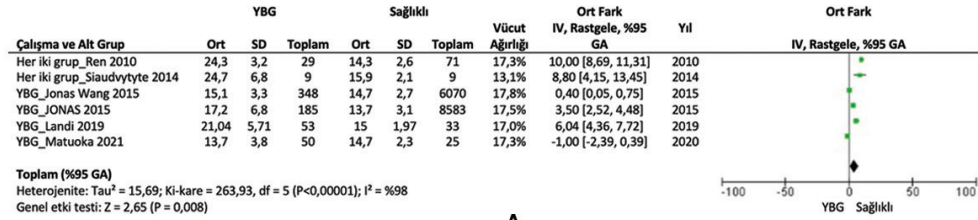
kıyasla daha düşük olduğunu düşündürmektedir. Pircher ve ark.²⁸, bilgisayarlı tomografik sisternografi ile NBG hastalarında optik sinir boyunca BOS'nin kontrast yükü kademeli olarak azalırken, sağlıklı bireylerde benzer bir azalma bulunmadığını bildirmiştir. Boye ve ark.²⁹ difüzyon MRG'lerinde intrakraniyal kavite ile optik sinirin SAB arasındaki akım-aralığı oranını



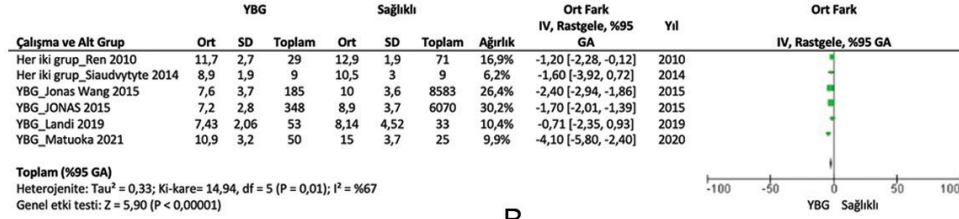
Şekil 1. Sistematik derleme akış şeması

GİB: Göz içi basıncı, BOSp: Beyin omurilik sıvısı basıncı, TLBF: Translaminer basınç farkı

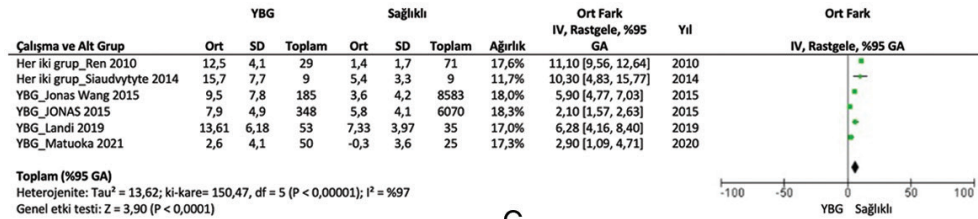
Tablo 1. Seçilen çalışmalar				
Çalışma	BOSp ölçümü	Araştırmanın tasarımı	Hasta sayısı	Glokom tipi
Ren ve ark. ³ 2010	Lomber ponksiyon	Kesitsel (prospektif)	114	NBG, YBG
Siaudvytyte ve ark. ²² 2014	İki derinlikli TKD	Kesitsel (prospektif)	27	NBG, YBG
Jonas ve ark. ²³ 2015	Formül	Kesitsel (popülasyon bazlı)	3,468	YBG (PAAG, PAKG)
Jonas ve ark. ²⁴ 2015	Formül	Kesitsel (popülasyon bazlı)	4711	YBG (PAAG, PAKG)
Lee ve ark. ⁹ 2016	Formül	Kesitsel (popülasyon bazlı)	12.743	NBG
Landi ve ark. ¹⁰ 2019	Formül	Kesitsel (prospektif)	43	YBG (PAAG)
Matuoka ve ark. ¹¹ 2021	Formül	Kesitsel (prospektif)	75	YBG (PAAG)
Lindén ve ark. ²⁵ 2018	Lomber ponksiyon	Kesitsel (prospektif)	24	NBG
BOSp: Beyin omurilik sıvısı basıncı, NBG: Normal basınçlı glokom, YBG: Yüksek basınçlı glokom, PAAG: Primer açık açılı glokom, PAKG: Primer açı kapanması glokomu, TKD: Transkraniyal Doppler				



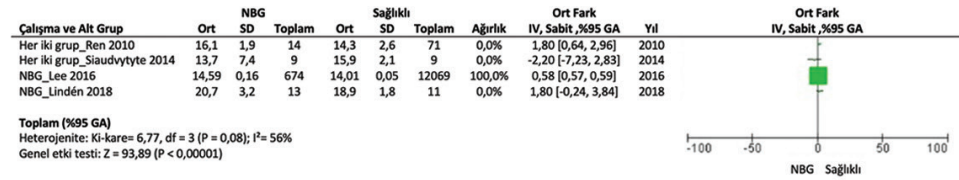
A



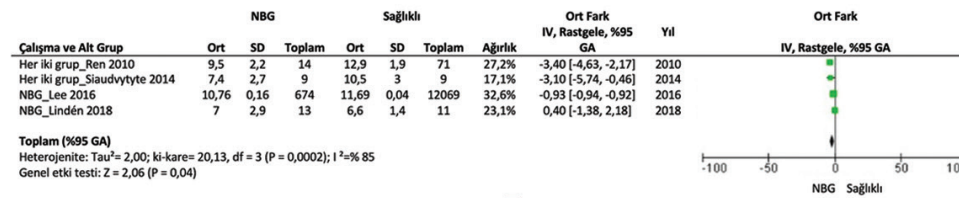
B



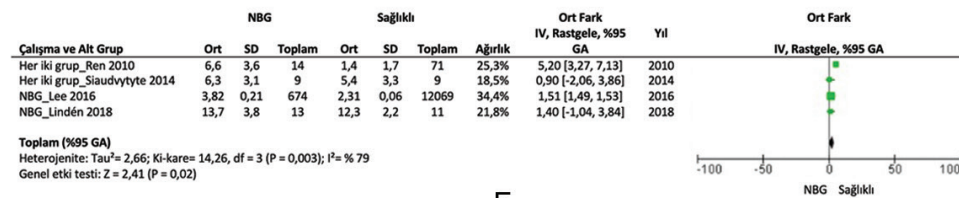
C



D



E



F

Şekil 2. Yüksek basıncılı glokom (A. Göz içi basıncı, B. Beyin omurilik sıvısı basıncı, C. Translaminer basınç farkı); normal basıncılı glokom (D. Göz içi basıncı, E. Beyin omurilik sıvısı basıncı, F. Translaminer basınç farkı) ve sağlıklı bireylerin meta-analiz sonuçları

YBG: Yüksek basıncılı glokom, NBG: Normal basıncılı glokom, SD: Standart deviasyon, IV: Ağırlıklı ortalama farkı, GA: Güven Aralığı, df: Serbestlik derecesi, I^2 : I-kare heterojenite istatistiği

Tablo 2. Translaminer basınç farkı ile glokom progresyonu arasındaki korelasyon

Çalışma	Hasta sayısı	Gruplar	Sonuç ölçütleri	Yöntem	Korelasyon
Ren ve ark. ⁵ 2010	114	NBG, YBG, kontrol	OrtD	HGA	$r=0,69$, $p=0,005$
Ren ve ark. ³¹ 2011	52	YBG, NBG, OH	NRA OGAD	HGA HRT	$r=-0,38$, $p=0,006$ $r=0,38$, $p=0,008$
Siaudvytyte ve ark. ²² 2014	27	NBG, YBG, kontrol	NRA	HRT	$r=-0,83$, $p=0,01$
Zhang ve ark. ³² 2018	6830	PAAG, kontrol	NRA	HRTII	$B=-0,002$, $p=0,028$
Landi ve ark. ¹⁰ 2019	43	PAAG, kontrol	OrtD İnferior RSLT Süperior RSLT	HGA SD OKT SD OKT	$r=-0,31$, $p<0,05$ $r=-0,29$, $p<0,05$ $r=-0,27$, $p<0,05$
Matuoka ve ark. ¹¹ 2021	50	PAAG, kontrol	OPB	Formül	$r=-0,58$, $p<0,0001$

NBG: Normal basınçlı glokom, YBG: Yüksek basınçlı glokom, PAAG: Primer açık açılı glokom, OH: Oküler hipertansiyon, OrtD: Ortalama deviasyon, MGAD: Ortalama görme alanı defekti, NRA: Nöral rim alanı, RSLT: Retina sinir lifi tabakası, OPB: Oküler perfüzyon basıncı, HGA: Humphrey görme alanı, HRT: Heidelberg retina tomografi, SD-OKT: Spektral domain optik koherens tomografi

ölçmüşler ve bu oranın NBG’de sağlıklı insanlara göre anlamlı düzeyde düşük olduğunu bulmuşlardır. Bu da NBG’de BOSp’nin anormal olduğunu göstermektedir. Deimantavicius ve ark.²⁶ tarafından yapılan çalışmada iki-derinlikli transkranial Doppler (TKD) ultrasonografi ile tespit edilen BOSp hem YBG hem de NBG grubunda sağlıklı bireylere göre daha düşük bulunmuştur. Knier ve ark.³⁰ tarafından yapılan ve 30 yıllık klinik verilerin analiz edildiği bir çalışmada, açık açılı glokomlu hastalarda kontrol grubuna göre BOSp’nin anlamlı düzeyde düşük olduğu gösterilmiştir.

GİB, BOSp ve TLBF bakılmış olmasına rağmen glokom hastaları dahil edilmediği için Ren ve ark.³¹ (2011) ve Xie ve ark.⁸ (2018) çalışmalarını analize dahil etmedik. İlginç bir şekilde, Ren ve ark.³¹ oküler hipertansiyonu olan hastalarda BOSp’nin sağlıklı bireylerden daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Yazarlar, bunun lamina kribrosa düzeyinde dengesizliği önlemek için fizyolojik bir kompanzasyona ve takiben gelişen glokom progresyonuna bağlı olabileceğini varsaymışlardır. Bu bulgu daha sonra, yapısal veya fonksiyonel hasar olmaksızın sadece TLBF’de değişikliklerin olduğu bir glokom öncesi evre olduğunu öneren Xie ve ark.⁸ tarafından doğrulanmıştır. Bu, normal ile glokom öncesi evreyi birbirinden ayıran TLBF eşikini araştırmak için yapılacak çalışmaların yolunu açmıştır.

Bulgularımız TLBF’nin hem YBG hem de NBG gruplarında anlamlı düzeyde yüksek olduğunu göstermiştir. Bu sonuç Deimantavicius ve ark.’nın²⁶ sonuçları ile tutarlıdır. Lamina kribrosa GİB ve BOSp’ye maruz kalmaktadır, bu nedenle bu bulgu, TLBF ve glokom arasındaki potansiyel ilişkiden bahseden birçok çalışmayı desteklemektedir.^{5,10,11,22,32,33,34,35}

Çalışmanın Kısıtlılıkları

GİB, BOSp ve TLBF ölçümü ile ilgili bazı kısıtlılıklar bulunmaktadır. GİB, korneanın biyomekanik özelliklerine bağlı dolaylı bir ölçümdür ve yatar pozisyonda GİB ölçümü yapan Schiotz (indentasyon) veya MacLakov (aplanasyon) gibi daha nadir kullanılan tonometreler hariç, kişi ayakta dik pozisyondayken (Goldmann aplanasyon tonometresi, rebound tonometresi ve pnömotonometri) ölçülür. BOSp normalde yüz üstü veya sol lateral dekübit pozisyonunda lomber ponksiyon ile ölçülür

ve yerçekiminin etkileri nedeniyle, BOSp bu pozisyonlarda GİB’nin ölçüldüğü dik pozisyonlardan daha yüksektir. Ayrıca basitleştirilmiş TLBF formülleri intraorbital BOSp ile intrakraniyal BOSp’nin benzer olduğunu varsayar. Ancak orbital SAB’nin trabekül ve septat yapılar nedeniyle intrakraniyal SAB ile doğrudan bağlantılı olmadığı daha önce yapılan bazı çalışmalarda ileri sürülmüştür. Bu nedenle, lomber ponksiyon ile ölçülen BOSp, lamina kribrosanın arkasındaki gerçek BOSp’yi temsil etmeyebilir.³ Yakın zamanda Pircher ve ark.³⁶ tarafından yapılan bir çalışmada NBG hastalarında lomber BOSp’de artış olmaksızın optik sinir kılıf çapının genişlediği gösterilmiş ve bu durum intraorbital ve intrakraniyal SAB arasında bağlantının bozulduğunu düşündürmüştür. Derlememizde BOSp’yi farklı yöntemler ile değerlendiren (lomber ponksiyon, formül ve transkranial Doppler) çalışmalara yer verilmiştir. Bu nedenle, bu heterojenliği hesaba katmak için istatistiksel analizde rastgele etkiler modeli kullanılmıştır. Ayrıca, TLBF ampirik bir ölçüm olmak yerine çalışmada anlamlılıkları değerlendirilen iki değişkenden hesaplanan bir parametreydi.

Lindén ve ark.²⁵ farklı pozisyonlarda BOSp ölçümü yaparak literatür verilerindeki bu boşluğu doldurmuşlar ve NBG hastalar ile sağlıklı kişiler arasında BOSp açısından istatistiksel fark olmadığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte, çalışmada BOSp ölçümü için standart ve özel ekipman kullanılmasına rağmen, çalışma iki SAB kompartmanı arasında doğrudan bir bağlantı olduğunu varsaymıştır.²⁵ Pircher ve ark.’da³⁷ NBG’de diğer çalışmalara kıyasla lomber BOSp’nin daha düşük veya TLBF’nin daha yüksek olduğunu doğrulayamamıştır, ancak bu retrospektif çalışmada bir kontrol grubu bulunmamaktadır. Bu nedenle bu çalışma meta-analizimize dahil edilmemiştir.

İki SAB kompartmanı arasındaki bağlantıyı, başta Lindén ve ark.²⁵ ve Pircher ve ark.’nın³⁷ önerdiği gibi dik pozisyonda olmak üzere farklı pozisyonlarda GİB ile BOSp arasındaki etkileşimi araştıran çalışmalara ihtiyaç vardır. İki derinlikli TKD, daha güvenilir, optik sinir kılıfı çapı ve optik sinire yakın ölçülen BOSp’ye kıyasla lomber BOSp ile daha güçlü bir ilişkiye sahip non-invaziv bir yöntemdir ve bu nedenle yukarıda belirtilen eksiklikleri gidermek için umut verici bir yaklaşım olabilir.^{26,38}

TLBF ile glokomatöz optik nöropati arasındaki korelasyonun keşfedilmesi, NTG patogenezi ve iyi GİB kontrolüne rağmen doğal glokom progresyonu seyri hakkında mevcut anlayışımızı geliştirerek ileride yeni terapötik yaklaşımlar geliştirilmesine olanak sağlayabilir.

Sonuç

Analizimiz, YBG ve NBG hastalarında sağlıklı gruplara kıyasla anlamlı düzeyde daha düşük BOSp ve daha yüksek TLBF görüldüğünü doğrularak, önceki popülasyon temelli ve prospektif çalışmalarda önerilen olası glokom-TLBF ilişkisini ortaya koymuştur.

Etik

Yazarlık Katkıları

Konsept: V.A.B., Dizayn: V.A.B., P.S., T.T.H., Veri Toplama veya İşleme: V.A.B., T.T.H., Analiz veya Yorumlama: V.A.B., T.T.H., Literatür Arama: V.A.B., P.S., T.T.H., Yazan: V.A.B., P.S., T.T.H.

Çıkar Çatışması: Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

Kaynaklar

- Jonas JB, Aung T, Bourne RR, Bron AM, Ritch R, Panda-Jonas S. Glaucoma. *Lancet*. 2017;390:2183-2193.
- Kass MA, Heuer DK, Higginbotham EJ, Johnson CA, Keltner JL, Miller JP, Parrish RK 2nd, Wilson MR, Gordon MO. The Ocular Hypertension Treatment Study: a randomized trial determines that topical ocular hypotensive medication delays or prevents the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol*. 2002;120:829-830.
- Liu KC, Fleischman D, Lee AG, Killer HE, Chen JJ, Bhatti MT. Current concepts of cerebrospinal fluid dynamics and the translaminal cribrosa pressure gradient: a paradigm of optic disk disease. *Surv Ophthalmol*. 2020;65:48-66.
- Berdahl JP, Fautsch MP, Stinnett SS, Allingham RR. Intracranial pressure in primary open angle glaucoma, normal tension glaucoma, and ocular hypertension: a case-control study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008;49:5412-5418.
- Ren R, Jonas JB, Tian G, Zhen Y, Ma K, Li S, Wang H, Li B, Zhang X, Wang N. Cerebrospinal fluid pressure in glaucoma: a prospective study. *Ophthalmology*. 2010;117:259-266.
- Berdahl JP, Allingham RR, Johnson DH. Cerebrospinal fluid pressure is decreased in primary open-angle glaucoma. *Ophthalmology*. 2008;115:763-768.
- Fleischman D, Berdahl JP, Zaydharova J, Stinnett S, Fautsch MP, Allingham RR. Cerebrospinal fluid pressure decreases with older age. *PLoS One*. 2012;7:e52664.
- Xie X, Chen W, Li Z, Thomas R, Li Y, Xian J, Yang D, Wang H, Zhang S, Kang Z, Wang N; Beijing Intraocular and Intracranial Study Group. Noninvasive evaluation of cerebrospinal fluid pressure in ocular hypertension: a preliminary study. *Acta Ophthalmol*. 2018;96:570-576.
- Lee SH, Kwak SW, Kang EM, Kim GA, Lee SY, Bae HW, Seong GJ, Kim CY. Estimated Trans-Lamina Cribrosa Pressure Differences in Low-Teen and High-Teen Intraocular Pressure Normal Tension Glaucoma: The Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *PLoS One*. 2016;11:e0148412.
- Landi L, Casciaro F, Telani S, Traverso CE, Harris A, Verticchio Vercellin AC, Saint L, Iester M. Evaluation of Cerebrospinal Fluid Pressure by a Formula and Its Role in the Pathogenesis of Glaucoma. *J Ophthalmol*. 2019;2019:1840481.
- Matuoka ML, Santos KS, Cruz NF, Kasahara N. Correlation between ocular perfusion pressure and translaminal pressure difference in glaucoma: Evidence for a three-pressure disease? *Eur J Ophthalmol*. 2021;31:2412-2417.
- Price DA, Grzybowski A, Ekenberry J, Januleviciene I, Verticchio Vercellin AC, Mathew S, Siesky B, Harris A. Review of non-invasive intracranial pressure measurement techniques for ophthalmology applications. *Br J Ophthalmol*. 2020;104:887-892.
- Roy Chowdhury U, Fautsch MP. Intracranial Pressure and Its Relationship to Glaucoma: Current Understanding and Future Directions. *Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol*. 2015;4:71-80.
- Hamedani AG, Thibault DP, Revere KE, Lee JYK, Grady MS, Willis AW, Liu GT. Trends in the Surgical Treatment of Pseudotumor Cerebri Syndrome in the United States. *JAMA Netw Open*. 2020;3:e2029669.
- Mader TH, Gibson CR, Pass AF, Kramer LA, Lee AG, Fogarty J, Tarver WJ, Dervay JP, Hamilton DR, Sargsyan A, Phillips JL, Tran D, Lipsky W, Choi J, Stern C, Kuyumjian R, Polk JD. Optic disc edema, globe flattening, choroidal folds, and hyperopic shifts observed in astronauts after long-duration space flight. *Ophthalmology*. 2011;118:2058-2069.
- Albano de Guimarães J, Teixeira GC, Silva TKLD, Moura FC. Optic Disc Edema and Posterior Globe Flattening Secondary to Ocular Hypotony: Case Report and Discussion Regarding Pathophysiology and Clinical Findings. *J Neuroophthalmol*. 2021;41:220-222.
- Mathieu E, Gupta N, Paczka-Giorgi LA, Zhou X, Ahari A, Lani R, Hanna J, Yücel YH. Reduced Cerebrospinal Fluid Inflow to the Optic Nerve in Glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2018;59:5876-5884.
- Kharmyssov C, Abdildin YG, Kostas KV. Optic nerve head damage relation to intracranial pressure and corneal properties of eye in glaucoma risk assessment. *Med Biol Eng Comput*. 2019;57:1591-1603.
- Tong J, Ghate D, Kedar S, Gu L. Relative Contributions of Intracranial Pressure and Intraocular Pressure on Lamina Cribrosa Behavior. *J Ophthalmol*. 2019;2019:3064949.
- Siaudvytyte L, Januleviciene I, Daveckaite A, Ragauskas A, Bartusis L, Kucinoviene J, Siesky B, Harris A. Literature review and meta-analysis of translaminal pressure difference in open-angle glaucoma. *Eye (Lond)*. 2015;29:1242-1250.
- Wells GA, Shea B, O'Connell D, Peterson J, Welch V, Losos M, Tugwell P. The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses. 2013; http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp.
- Siaudvytyte L, Januleviciene I, Ragauskas A, Bartusis L, Meiliuniene I, Siesky B, Harris A. The difference in translaminal pressure gradient and neuroretinal rim area in glaucoma and healthy subjects. *J Ophthalmol*. 2014;2014:937360.
- Jonas JB, Wang N, Nangia V. Ocular Perfusion Pressure vs Estimated Trans-Lamina Cribrosa Pressure Difference in Glaucoma: The Central India Eye and Medical Study (An American Ophthalmological Society Thesis). *Trans Am Ophthalmol Soc*. 2015;113:T6.
- Jonas JB, Wang NL, Wang YX, You QS, Xie XB, Yang DY, Xu L. Estimated trans-lamina cribrosa pressure difference versus intraocular pressure as biomarker for open-angle glaucoma. The Beijing Eye Study 2011. *Acta Ophthalmol*. 2015;93:7-13.
- Lindén C, Qvarlander S, Jóhannesson G, Johansson E, Östlund E, Malm J, Eklund A. Normal-Tension Glaucoma Has Normal Intracranial Pressure: A Prospective Study of Intracranial Pressure and Intraocular Pressure in Different Body Positions. *Ophthalmology*. 2018;125:361-368.
- Deimantavicius M, Hamarat Y, Lucinskas P, Zakelis R, Bartusis L, Siaudvytyte L, Januleviciene I, Ragauskas A. Prospective Clinical Study of Non-Invasive Intracranial Pressure Measurements in Open-Angle Glaucoma Patients and Healthy Subjects. *Medicina (Kaunas)*. 2020;56:664.
- Wang N, Xie X, Yang D, Xian J, Li Y, Ren R, Peng X, Jonas JB, Weinreb RN. Orbital cerebrospinal fluid space in glaucoma: the Beijing intracranial and intraocular pressure (iCOP) study. *Ophthalmology*. 2012;119:2065-2073.

28. Pircher A, Montali M, Wostyn P, Pircher J, Berberat J, Remonda L, Killer HE. Impaired cerebrospinal fluid dynamics along the entire optic nerve in normal-tension glaucoma. *Acta Ophthalmol.* 2018;96:562-569.
29. Boye D, Montali M, Miller NR, Pircher A, Gruber P, Killer HE, Remonda L, Berberat J. Flow dynamics of cerebrospinal fluid between the intracranial cavity and the subarachnoid space of the optic nerve measured with a diffusion magnetic resonance imaging sequence in patients with normal tension glaucoma. *Clin Exp Ophthalmol.* 2018;46:511-518.
30. Knier CG, Fleischman D, Hodge DO, Berdahl JP, Fautsch MP. Three-Decade Evaluation of Cerebrospinal Fluid Pressure in Open-Angle Glaucoma at a Tertiary Care Center. *J Ophthalmol.* 2020;2020:7487329.
31. Ren R, Zhang X, Wang N, Li B, Tian G, Jonas JB. Cerebrospinal fluid pressure in ocular hypertension. *Acta Ophthalmol.* 2011;89:142-148.
32. Zhang Q, Jan C, Guo CY, Wang FH, Liang YB, Cao K, Zhang Z, Yang DY, Thomas R, Wang NL; Handan Eye Study Group. Association of intraocular pressure-related factors and retinal vessel diameter with optic disc rim area in subjects with and without primary open angle glaucoma. *Clin Exp Ophthalmol.* 2018;46:389-399.
33. Ren R, Wang N, Zhang X, Cui T, Jonas JB. Trans-lamina cribrosa pressure difference correlated with neuroretinal rim area in glaucoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2011;249:1057-1063.
34. Stoskuvienė A, Siaudvytytė L, Janulevičienė I, Vaitkus A, Simienė E, Bakštytė V, Ragauskas A, Antman G, Siesky B, Harris A. The Relationship between Intracranial Pressure and Visual Field Zones in Normal-Tension Glaucoma Patients. *Diagnostics (Basel).* 2023;13:174.
35. Chen BH, Drucker MD, Louis KM, Richards DW. Progression of Normal-Tension Glaucoma After Ventriculoperitoneal Shunt to Decrease Cerebrospinal Fluid Pressure. *J Glaucoma.* 2016;25:50-52.
36. Pircher A, Montali M, Berberat J, Remonda L, Killer HE. Relationship between the optic nerve sheath diameter and lumbar cerebrospinal fluid pressure in patients with normal tension glaucoma. *Eye (Lond).* 2017;31:1365-1372.
37. Pircher A, Remonda L, Weinreb RN, Killer HE. Translaminar pressure in Caucasian normal tension glaucoma patients. *Acta Ophthalmol.* 2017;95:524-531.
38. Siaudvytytė L, Janulevičienė I, Ragauskas A, Bartusis L, Siesky B, Harris A. Update in intracranial pressure evaluation methods and translaminar pressure gradient role in glaucoma. *Acta Ophthalmol.* 2015;93:9-15.

Ek Tablo 1. Seçilen randomize olmayan çalışmaların kalitesini değerlendiren Newcastle-Ottawa ölçeği

Çalışma	Seçim	Karşılaştırılabilirlik	Etki
Ren ve ark. ⁹ 2010	_*_*	*_	_*_
Siaudvytyte ve ark. ²² 2014	_*_	--	_*_
Jonas ve ark. ²³ 2015	_*_*	--	_*_
Jonas ve ark. ²⁴ 2015	_*_*	--	_*_
Lee ve ark. ⁹ 2016	_*_*	*_	_*_
Landi ve ark. ¹⁰ 2019	_*_*	--	_*_
Matuoka ve ark. ¹¹ 2021	_*_*	--	_*_
Lindén ve ark. ²⁵ 2018	_*_*	--	_*_

Ek Tablo 2. Seçilen çalışmalardan elde edilen veriler

Çalışmalar	Glokom tipi (göz sayısı)	GİB (mmHg)	BOSp (mmHg)	TLBF (mmHg)
Ren ve ark. ⁹ 2010	NBG (n=14)	16,1±1,9	9,5±2,2	6,6±3,6
	YBG (n=29)	24,3±3,2	11,7±2,7	12,5±4,1
	Kontrol (n=71)	14,3±2,6	12,9±1,9	1,4±1,7
Siaudvytyte ve ark. ²² 2014	NBG (n=9)	13,7±7,4	7,4±2,7	6,3±3,1
	YBG (n=9)	24,7±6,8	8,9±1,9	15,7 ±7,7
	Kontrol (n=9)	15,9±2,1	10,5±3,0	5,4±3,3
Jonas ve ark. ²³ 2015	YBG (n=348)	15,1±3,3	7,2±2,8	7,9±4,9
	Control (n=6070)	14,7±2,7	8,9±3,7	5,8±4,1
Jonas ve ark. ²⁴ 2015	YBG (n=185)	17,2±6,8	7,6±3,7	9,5±7,8
	Control (n=8583)	13,7±3,1	10,0±3,6	3,6±4,2
Landi ve ark. ¹⁰ 2019	YBG (n=53)	21,04±5,71	7,43±2,06	13,61±6,18
	Kontrol (n=33)	15,00±1,97	8,14±4,52	7,33±3,97
Matuoka ve ark. ¹¹ 2021	YBG (n=50)	13,7±3,8	10,9±3,2	-0,3±3,6
	Kontrol (n=25)	14,7±2,3	15,0±3,7	2,6±4,1
Lee ve ark. ⁹ 2016	NBG (n=674)	14,59±0,16	10,76±0,16	3,82±0,21
	Control (n=12069)	14,01±0,05	11,69±0,04	2,31±0,06
Lindén ve ark. ²⁵ 2018	NBG (n=13)	20,7±3,2	7,0±2,9	13,7±3,8
	Kontrol (n=11)	18,9±1,8	6,6±1,4	12,3±2,2

NBG: Normal basınçlı glokom, YBG: Yüksek basınçlı glokom, GİB: Göz içi basıncı, BOSp: Beyin omurilik sıvısı basıncı, TLBF: Translaminer basınç farkı