

Nervus Opticus'un İntrakraniyal Seyrinin İncelenmesi Ve Histolojik Analizi*,**

The Investigation of the Course of Intracranial of Optic Nerve and Histological Analysis

Ahmet SONGUR¹, Süleyman TUNAHAN¹, Tolgahan ACAR², Murat YAĞMURCA³, Orhan BAŞ⁴, Hüdaverdi

KÜÇÜKER⁵, İbrahim ÜZÜN⁶, Oğuz Aslan ÖZEN⁷

¹ Afyon Kocatepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, Afyonkarahisar

² Şifa Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, İzmir

³ Fatih Üniversitesi Tıp Fakültesi Histoloji-Embriyoloji Anabilim Dalı, Ankara

⁴ Rize Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, Rize

⁵ Sakarya Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalı, Sakarya

⁶ Adli Tıp Kurumu, İstanbul

⁷ Namık Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, Tekirdağ

ÖZET

Amaç: Nervus opticus (Cr_2) görme duyusu ile ilgili özel somatik afferent lifler içeren, yoğun lif sayısı ile karmaşık çaprazlara sahip ve önemli komşulukları olan kraniyal bir sinirdir. Kendisinden veya çevre yapılardan kaynaklanan birçok problemlerin görülebilmesi nedeniyle Cr_2 veya komşu yapılara cerrahi operasyonlar sık yapılabilmektedir. Bu nedenle bu yapının anatomisinin bilinmesi önemlidir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamızda; 20 adli otopsi kadavralarına ait toplam 40 adet Cr_2 'nin intrakraniyal parçası ve 20 adet chiasma opticum (CO) incelendi ve doku örnekleri alındı. Cr_2 'nin intrakraniyal seyri ayrıntılı olarak not alındı, olabilecek varyasyon tipleri araştırıldı. Daha sonra alınan doku örnekleri Hematoksilen&Eozin ile boyanarak histolojik incelemesi yapıldı.

Bulgular: Makroskopik olarak; Cr_2 'lerin optik kanaldan başlayarak CO'yu oluşturana kadar birbirine yaklaştığı ve seyri sırasında a. cerebri anterior'lar ile yakın temas halinde olduğu gözlemlendi. İncelenen kadavralarda atrofik veya hipoplazik Cr_2 'ye rastlanmadı. Yapılan ölçümlerde; Cr_2 'nin intrakraniyal uzunluğu sağda 11.1 ± 1.02 mm, solda ise 9.9 ± 0.92 mm olarak bulundu. CO'nun her iki yanında yakın komşuluk halinde a. carotis interna'lar bulunmaktaydı. CO'nun genişliği 12.68 ± 0.95 mm, ön-arka uzunluğu 8.75 ± 1.05 mm, yüksekliği ise 4.32 ± 0.25 mm olarak ölçüldü.

Mikroskopik olarak; Cr_2 'lerin intrapial genişliği 3.69 ± 0.27 mm; yüksekliği ise 2.85 ± 0.19 mm olarak bulundu. CO'da ise intrapial genişliği 11.67 ± 0.92 mm; orta hat yüksekliği ise 2.62 ± 0.17 mm olarak ölçüldü.

Sonuç: Cr_2 'nin intrakraniyal parçası ile CO'nun morfoloji ve morfometrilerine ait verilen bilgilerin ülke demografisine katkıda bulunacağı, klinisyenlere yardımcı olacağı ve ilerideki bu konu ile ilgili çalışma yapacak araştırmacılara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: nervus opticus, chiasma opticum, anatomi, histoloji.

ABSTRACT

Objective: Optic nerve (Cr_2) mediates sense of vision and has a large number of fibers and also it has important relationships. Due to many problems resulting from the Cr_2 itself or related structures, this nerve or the related structures may be frequently operated. That is why the knowledge of the Cr_2 is essential.

Material and methods: In our study intracranial parts of 40 Cr_2 's and also optic chiasmata (CO) from 20 forensic autopsy cadavers were taken and examined and also tissue samples were obtained. The intracranial course of Cr_2 's and CO's were carefully noted. Possible types of variations were investigated. Then tissue samples were stained with Hematoxylin-Eosin for histological investigation.

Results: Macroscopically, atrophic or hypoplastic Cr_2 's were not found in the examined cadavers. The measurements revealed that the intracranial length of Cr_2 was 11.1 ± 1.02 mm right and 9.9 ± 0.92 mm left.

CO's were in close relation with internal carotid arteries on each side. We found that the width, anteroposterior length and the height of CO were 12.68 ± 0.95 mm, 8.75 ± 1.05 mm and 4.32 ± 0.25 mm respectively.

Microscopically, intrapial width and intrapial height of the Cr_2 's were measured as 3.69 ± 0.27 mm and 2.85 ± 0.19 mm respectively. The intrapial width of CO's was found to be 11.67 ± 0.92 mm. The intrapial height in the median line of CO's was 2.62 ± 0.17 mm.

Yazışma ve tıpkı basım için: Doç. Dr. Mehmet Ali Sözen,
Afyon Kocatepe Üniversitesi Tıp Fakültesi
Tıbbi Biyoloji AD, Afyonkarahisar
Tel: (272) 214 2067
Fax: (272) 763 2060
(e.posta: masozen@hotmail.com)

* Bu çalışma Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (AKÜ-BAPK) tarafından desteklenmiştir (Proje No:334).

** Bu çalışma 28 Ekim – 1 Kasım 2010 tarihleri arasında Girne-Kıbrıs'ta yapılan 13. Ulusal Anatomi Kongresi'nde poster bildiri olarak sunulmuştur.

Conclusion: We believe that the results obtained by the examination of the intracranial part of the Cr₂ and CO by the histological investigations will contribute to the demography of our country. These data will help the

clinicians and contribute to the researchers who will study in this field

Key words: optic nerve, optic chiasm, anatomy, histology.

GİRİŞ

Kraniyal sinirlerden ikinci kafa çifti olan n. opticus (Cr₂), görme duyusu ile ilgili özel somatik afferent sinir lifleri taşır. Afferent sinir lifleri retinadaki multipolar gangliyon hücrelerinden başlar. Ayrıca az miktarda efferent lifler de bulunmakta olup, bunların başlangıç yerleri tam olarak belli değildir. Cr₂ ortalama 1.200.000 lif içerir. Yaklaşık 4cm uzunluğunda olan Cr₂, pars intraocularis, pars intraorbitalis, pars intracanalicularis ve pars intracranialis olmak üzere dört bölümden oluşur (1-3). Pars intracranialis; Cr₂'nin canalis opticus ile chiasma opticum (CO) arasında kalan kısımdır. Diaphragma sellae'nin üzerinde ve sinus cavernosus'un ön kısmında yer alan bu kısım yaklaşık 10 mm uzunluğundadır. Bu kısım üzerinde beynin substantia perforata anterior bölümü bulunur. Başlangıçta Cr₂'nin dış tarafında yer alan a. carotis interna daha sonra Cr₂'nin aşağısına geçer. Cr₂'nin intrakraniyal parçasının üst tarafında ise a. cerebri anterior yer alır (1,4).

Her iki taraf Cr₂'nin intrakraniyal parçaları arkaya doğru ilerlerken birbirlerine yaklaşırlar ve tuberculum sellae üzerinde birleşerek CO'yu oluştururlar. CO, hipotalamus'un önünde "X" şeklinde bir çaprazdır. Üst arkasında 3. ventrikül, altında hipofiz bezi ve sella turcica, yanlarda ise a. carotis interna'lar bulunur. CO'da her iki retinadan gelen lifler bulunur. Temporal taraftan gelen lifler çapraz yapmadan aynı taraftaki tr. opticus'a (TO) geçerken, nazal taraftan gelen lifler çapraz yaparak (yaklaşık % 53'ü) karşı taraf TO'ya geçerler. Böylece bir taraftaki gözün nazal retinası ile diğer taraftaki gözün temporal retinasından gelen lifler birleşerek TO'yu oluştururlar (1,5,6). Cr₂'de görülebilecek tümör, konjenital ya da edinsel nöropatiler siniri direk veya

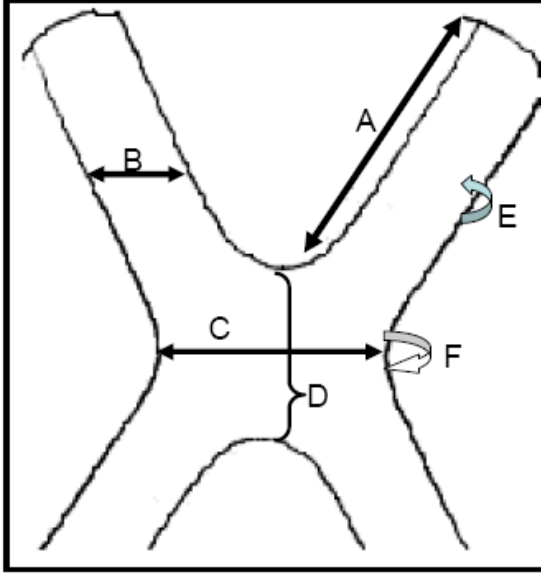
dolaylı olarak etkileyerek yapısal değişikliklere (atrofi, hipoplazi vb.) neden olabilir. Bu nedenle Cr₂'nin çap ölçümleri, bu tür hastalıkların teşhisinde önemli bir kriter olarak kullanılmaktadır (7-9). Yukarıda belirtilen özelliklerden dolayı, çalışmamızda Cr₂'nin intrakraniyal parçası ile CO'nun morfolojik ve morfometrik özelliklerinin incelenmesi planlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızda 20 adli otopside alınan 40 adet Cr₂ kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan otopsi materyallerinin hepsi erkek, yaşları 34,75±15,02 yıl, boyları 166,30±17,00 cm, kiloları ise 69,00±17,71 kg idi. Ölüm sebeplerinden hiçbiri serebral problemlerden veya travmadan değildi. Ölüm zamanı ile otopsi işlemi arasında geçen süre yaklaşık 12-24 saat arasında değişmekteydi.

Anatomik çalışmada; Cr₂ ve CO diseksiyon kurallarına uygun bir biçimde görünür hale getirilerek çevre dokulardan ayrıldı. Cr₂ uzunluğu (A), genişliği (B), kalınlığı (E) ile CO'nun genişliği (C), uzunluğu (D) ve kalınlığı (F) ölçüldü (Şekil 1). Daha sonra Cr₂ canalis opticus'a girdiği yerden kesildi. Bu kesi yapılırken Cr₂ ve CO'nun lokalizasyonu, yapısı ve çevre dokularla olan ilişkisine dikkat edilip seyirleri incelendi, varyasyon olup olmadığı kontrol edildi.

Histolojik çalışmada; Çıkarılan yapılar 24 saat %10'luk nötral tamponlu formaldehit solüsyonu içinde bekletildi. Doku takibinde dokular ışık mikroskopunda transluminasyon tekniğiyle ve Hematoksilen-Eozin (H&E) ile incelemeye uygun şekilde hazırlandı. Mikrotomda 5 µm kalınlığında alınan frontal doku kesitlerine H&E metodu kullanılarak boyama işlemi gerçekleştirildi.

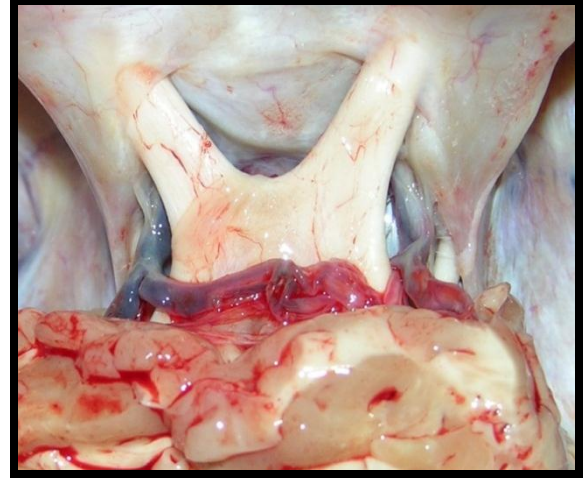


Şekil 1: Nervus opticus ve chiasma opticum'a ait yapılan ölçümlerin şematik gösterimi. A; n. opticus'un intrakraniyal uzunluğu, B; n. opticus'un genişliği, C; Chiasma opticum'un genişliği, D; Chiasma opticum'un uzunluğu, E; N. opticus'un kalınlığı F; Chiasma opticum'un kalınlığı.

BULGULAR

Anatomik Çalışma

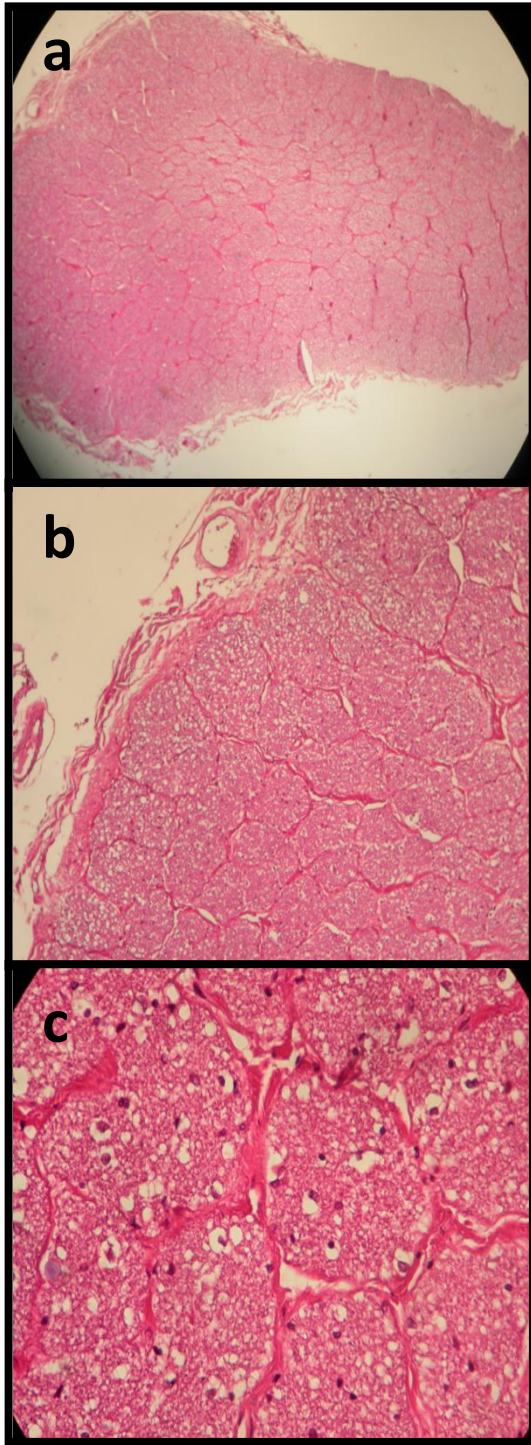
Hiçbir kadavrada atrofik veya hipoplazik Cr₂'ye rastlanılmadı. Cr₂'nin uzunluğu (A) sağda 11,1±1,02 mm, solda ise 9,9±0,92 mm idi. Görünümü lig. falciforme arkasında silindirik şekle yakın iken; CO'ya yaklaştıkça genişlediği ve ovalimsi hale geldiği gözlemlendi. Lig. falciforme ile CO arası orta mesafede ölçülen değerlerde; sağ Cr₂'nin genişliği (B) 4,15±0,45 mm, yüksekliği (E) 3,55±0,42 mm olarak bulundu. Sol Cr₂'nin genişliği (B) 4,22±0,45 mm, yüksekliği ise 3,61±0,45 mm idi. Sağ ve sol Cr₂'ler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p>0,05$, *Two Tailed T-Test*). Her iki Cr₂'nin tuberculum sellae üzerinde ve hipofiz infundibulumu arkasında birleşerek CO'yu oluşturdukları izlendi. CO oluşumuna ait bir varyasyon görülmedi. Ölçümlerde CO'nun genişliği (C) 12,68±0,95 mm, ön-arka uzunluğu (D) 8,75±1,05 mm, yüksekliği (F) ise 4,32±0,25 mm olarak bulundu (Şekil 2).



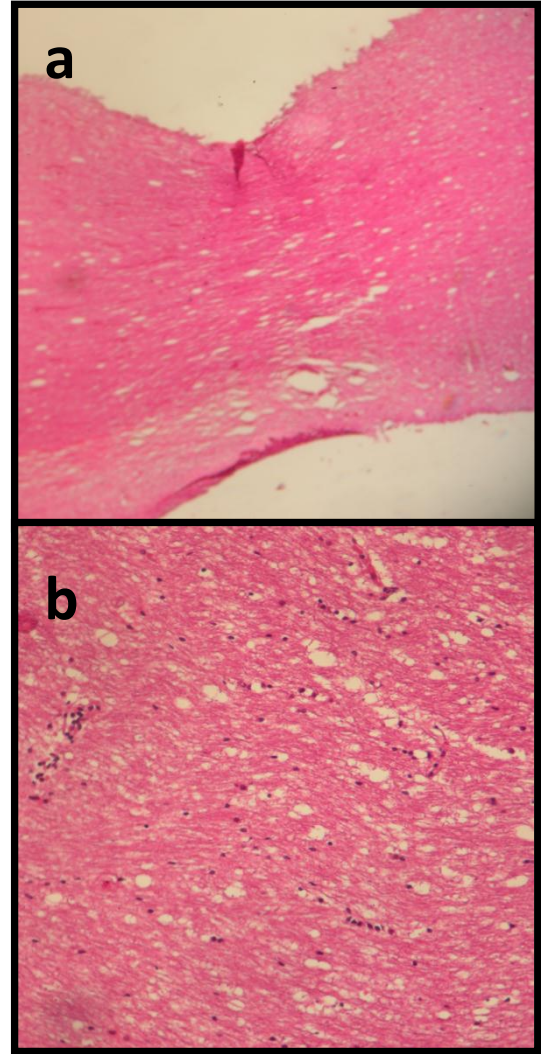
Şekil 2: Otopsi sırasında yetişkin erkekte n. opticus ve chiasma opticum'un görünümü.

Histolojik Çalışma

Frontal kesitlerinde oval yapıda oldukları görülen Cr₂'lerin yapılan ölçümlerinde intrapial genişliği 3,69±0,27mm; yüksekliği ise 2,85±0,19mm olarak bulundu. En dışta dura mater ve araknoid mater ile altta siniri çepeçevre sıkı bir şekilde saran pia mater bulunuyordu. Subaraknoidal mesafede yer yer genişlemeler dikkat çekiyordu. Pia materin bütün bir şekilde siniri sardığı ve merkeze doğru uzanarak fasikülleri saran septal uzantılar oluşturduğu gözlemlendi. Bu septalar yer yer birleşerek fasikülleri çevreliyordu. Pia materin altında venüllerin sık olduğu gözlemlendi. Septalar ile sinir lifleri arasında astrosit uzantıları görüldü. Pia mater ile sarılmış olan Cr₂'nin çok sayıda fasiküllerden oluştuğu tespit edildi. Sinir lifleri fasiküller içinde yerleşmiş olarak bulunuyordu. Fasiküller arasında bağ dokusundan oluşmuş ekstrasfasiküler yapı çoğu yerde belirgindi. Ekstrasfasiküler bağ dokusu pia mater ile aynı yapıda idi ve birçok yerde fasikülü kısmen sardığı belirlendi. Yine bağ dokusu içinde yoğun bir damarlanma olduğu izlendi. Sinir içinde liflerin etrafında dizilmiş, uniloküler vakuollere sahip çok sayıda oligodendrositler görüldü. Bu liflerin hepsi miyelinli olarak değerlendirildi. Bunların dışında, Cr₂'de çok miktarda ve değişik çaplarda vakuoller yer alıyordu. Bunların sinire oranı % 25-50 arasında değişmekte idi (Şekil 3).



Şekil 3: a) N. opticus'un koronal kesitte görünümü (HEx4). b) N. opticus'un koronal kesitte görünümü (HEx10). c) N. opticus'un koronal kesitte görünümü (HEx40).



Şekil 4: a) Chiasma opticum'un koronal kesitteki görünümü (HEx10). b) Chiasma opticum'un koronal kesitte görünümü (HEx40).

Morfolojik olarak, CO'nun Cr₂ ile genelde aynı özelliklere sahip olduğu gözlemlendi. Ölçümlerde intrapial genişlik $11,67 \pm 0,92$ mm; orta hat yüksek ise $2,62 \pm 0,17$ mm olarak bulundu. Sinir liflerinin çapraz yaptığı orta hatta ökromatik çekirdekli oligodendrositlerin 3-4 sıralı gruplaşmalar yaptıkları izlendi. Ayrıca sinirin daraldığı yerlerde dura mater ve araknoid mater yapılarında herhangi bir daralma görülmediği ve subaraknoidal mesafenin genişlediği saptandı (Şekil 4).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Cr₂ retinadaki gangliyon hücreleri ile diensefalonda uzanan ve aslında santral sinir sistemine ait bir traktus olarak bilinir. Embriyolojik olarak diensefalondan gelişmesi ve seyri boyunca meningeal yapılar ile çevrili olmasından dolayı periferik sinir değil aslında santral sinir sisteminin bir uzantısı olarak kabul edilir (10-13). Cr₂'nin intraorbital kesitlerinde silindirik yapıda olduğu bilinmektedir (14-16). Ancak CO'ya doğru yaklaştıkça Cr₂ genişlemekte ve oval hale gelmektedir. Çalışmamızda koronal kesitlerde Cr₂ oval olarak gözlemlendi. Alınan kesitler, Cr₂'nin intrakraniyal bölümünde olduğu ve buradaki liflerin bir kısmı CO'da çaprazlaşacağı için genişlediğini ve oval şekle geldiğini düşünmekteyiz. Cr₂'ye ait tümör (gliomalar gibi), konjenital (hipoplazi gibi) veya akkiz nöropatilerde (glukom gibi) sinir etkilenebilmektedir. Bu hastalıkların tanısında, yüksek çözünürlüklü orbital veya kraniyal manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ile yapılan Cr₂'nin çap ölçümleri değerli bir araç-kriter olarak bilinmektedir (14-16). Karim ve ark. Cr₂'nin intraorbital kalınlığını 3,99±0,04 mm (bulbus oculi'nin hemen arkası) ve 3,50±0,04 mm (bulbus oculi'den 10 mm uzakta) olarak belirtmişlerdir (14). Votruba ve ark. ise bu kalınlıkları 3,50±0,30 mm (bulbus oculi'nin hemen arkası) ve 3,10±0,30 mm (orbita ortası) olarak ifade etmişlerdir (17). Aynı çalışmalarda araştırmacılar Cr₂'nin kalınlığının bulbus oculi'den uzaklaştıkça azaldığını ve azalan yapının daha çok bağ dokusu olduğunu tespit etmişlerdir. Schmitz ve ark. CO'nun 2 mm önünden yaptığı ölçümlerde sağ Cr₂'nin genişliğini 5,2±0,5 mm, sol Cr₂'nin genişliğini ise 4,9±0,4 mm olarak bulmuştur (18). Parravano ve ark. ise MR görüntüleriyle yaptıkları çalışmalarında Cr₂ genişliğini 5,9 mm, yüksekliğini 3,00mm olarak rapor etmişlerdir (19).

Çalışmamızda sağ Cr₂'nin genişliği 4,15±0,45 mm, yüksekliği 3,55±0,42 mm; sol Cr₂'nin genişliği 4,22±0,45 mm, yüksekliği ise 3,61±0,45 mm olarak bulundu. Cr₂, CO'ya doğru genişlediği için eni giderek artmakta, ancak yüksekliği ise azalmakta idi. Mikroskopik olarak ise Cr₂'lerin intrapial genişliği 3,69±0,27 mm; yüksekliği ise 2,85±0,19 mm olarak bulundu.

Çalışmamızdaki değerler incelendiğinde Schmitz ve ark. çalışmasına göre Cr₂ genişlikleri bakımından biraz daha ince çıktığı saptanmıştır. Bunun nedeninin ise bizim ölçümlerimizi Cr₂'nin orta noktasından, Schmitz ve ark. ise ölçümlerini CO'nun 2mm ön tarafından yapmalarının olduğunu düşünmekteyiz (18). Schmitz ve ark. yaptığı çalışmada MRG kayıtlarını incelemiş ve CO'nun genişliğini 12,9±0,8 mm, yüksekliği 2,5±0,3 mm olarak bulmuşlardır (18). Wagner ve ark.'da çalışmalarında CO genişliğini 14,0±1,8 mm olarak bulmuşlardır (20). Parravano ve ark. ise CO genişliğini 15,0mm, yüksekliği ise 3,5mm olarak bulmuşlardır (19). Çalışmamızda CO'nun genişliği 12,68±0,9 mm, yüksekliğini ise 4,32±0,25 mm olarak bulundu. Bu çalışmalar ile çalışmamız kıyaslandığında genişlikler birbirini doğrular nitelikte, yüksekliklerde ise az da olsa bir fark göze çarpmaktadır.

Çalışmamızda bulunan sonuçlar ile yukarıdaki kaynaklardaki değerler arasında genelde uygunluk görülmektedir. Makroskopik ölçümlerde epidural mesafe, mikroskopik ölçümlerde ise intrapial mesafeler esas alındığı için ölçümlerimiz arasındaki farkın normal olduğunu düşünmekteyiz. Ayrıca mikroskopik incelemelerde takip işlemleri sırasında doku büzüşmesi de bu farkta rol oynayabilir. Makroskopik çalışma fresh kadavra üzerinde olduğu için formaldehide bağlı büzüşme olmamaktadır. Bu açıdan bulduğumuz değerlerin güvenli olduğunu ve klinikte referans olarak kullanılabileceğini düşünmekteyiz.

Saberi ve ark. 33 kadavrada yapmış oldukları çalışmalarında CO ile lig. falciforme arasındaki mesafeleri (Cr₂'lerin intrakraniyal uzunluklarını) ölçmüşlerdir (21). Bu çalışmaya göre ortalama Cr₂ uzunluğu 10,47±1,88 mm olarak bulmuşlardır. Evans ve ark. ise 10 kadavrada yapmış olduğu çalışmada optik sinir uzunluğunu ortalama olarak 10,28±2,30 mm tesbit etmişlerdir (22). Çalışmamızda ise Cr₂ uzunluğu ortalama olarak sağ Cr₂'de 11,1±1,02 mm, sol Cr₂'de 9,0±0,92 mm olarak bulunmuştur. Çalışmamız ile bu çalışmaların değerleri birbirlerini destekler nitelikte olup küçük farklılıklar da göze çarpmaktadır. Lundstrom yaptığı çalışmada varyasyon ve tümör gibi başka olguların olmadığı normal kişilerde de CO'ya basıların Cr₂'de atrofiye neden olabileceğini belirtmiştir (9).

Ayrıca bu bölgede tümöral oluşumlardan veya vasküler durumlardan kaynaklanan basılar rapor edilmiş ve araştırılmıştır (23). Çalışmamızda CO'da kompresyona neden olabilecek şekilde bir vasküler olayla (tümöral veya varyasyonel) karşılaşılması. Hipofiz bezinde gelişebilecek olan bir tümör CO'nun orta kısmına bası yapması nedeniyle CO'nun nazal kısmındaki lifler zedelenmekte ve bitemporal hemianopsi'ye neden olabilmektedir. Bu bölgede a. carotis interna'larda oluşabilecek anevrizma gibi bir lezyon ya da bir tümör CO'nun dış tarafına bası yapacağı için CO'daki temporal lifler zarar görecektir ve nazal hemianopsi gibi durumlara neden olabilecektir (3,7,9,24-26). Çalışmamızda incelenen kadavralarda bu türlü bir lezyon ya da tümör görülmedi. Ancak yine de Cr₂ ve CO'nun hipofiz bezi, a. carotis interna ve a. cerebri anterior'lar ile yakın komşulukları dikkat çekiyordu. Cr₂ ya da CO'nun intrakraniyal parçasının anatomik yapısının, seyrinin ve komşu oluşumların bilinmesi, yapılacak olan cerrahi operasyonlara ve oluşabilecek diğer klinik durumlarda teşhis ve tedaviye yardımcı olması bakımından büyük önem taşır.

Çalışmamızda Cr₂'nin intrakraniyal parçasının üst tarafında a. cerebri anterior'lar ile yakın bir komşuluk olduğu gözlemlendi. Cr₂'nin arkaya doğru ilerlediği, birbirine yaklaştığı ve tuberculum sellae üzerinde birleşerek CO'yu oluşturduğu izlendi. CO diensefalonun altında ve hipotalamusun önünde görüldü. CO'nun normal anatomik yapıya paralel olarak hipofiz bezinin ve sella turcica'nın üst tarafında olduğu görüldü ve herhangi bir varyasyon olgusuna rastlanılmadı.

Mikroskopik incelemede CO ortasında 3-4'lü sıralar halindeki gliyal hücre gruplaşmaları dikkati çekiyordu. Burası karşı tarafa çapraz yapan lifleri içeren bölge olduğu için, muhtemelen mediale yaklaşan liflere ait gliyal hücreler olduğu düşünülmektedir.

Sonuç olarak çalışmamızda hem Cr₂'nin intrakraniyal seyrinin daha ayrıntılı olarak ortaya konulması, hem de histolojik olarak Cr₂'nin analizi yapılarak, literatür bilgi havuzuna bir kaynak oluşturmaya çalışılmıştır. Araştırmamızın ayrıca, ülke demografisine ve daha sonra bu konuda araştırma yapacak olan araştırmacılara katkı sağlayacağını düşünmekteyiz. Ancak bu çalışma diğer çalışmaları tetikleyici nitelikte olmalı ve bu konuda çalışılacak daha çok konu ve derinleşme gerektiği unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

1. Arıcı K, Elhan A. Anatomi. Ankara: Güneş Kitapevi, 1997.
2. Williams PL, Bannister LH, Berry MM, et al. Gray's Anatomy, 38th Ed. New York: Churchill Livingstone, 1995.
3. Snell RS. Tıp Fakültesi Öğrencileri için Fonksiyonel Nöroanatomi (Çeviri Editörü: Yıldırım M.). İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri ve Yüce Yayıncılık, 2000.

4. Gökmen GF. Sistematik Anatomi. İzmir: Güven Kitabevi, 2003.
5. Taner D. Fonksiyonel Nöroanatomi. Ankara: ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş. 2002.
6. Waxman SG. Correlative Neuroanatomy. USA: Lange Medical Books, McGraw-Hill, 1999.
7. Duus P. Nöroloji Tanıda Lokalizasyon. Ankara: Palme Yayıncılık, 2001.
8. Özkan Ş, Pazarlı H, Oğuz V, ve ark. Göz Hastalıkları. İstanbul: Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, 1997.
9. Lundstrom M. Atrophy of optic nerve fibres in compression of the chiasm. Observer variation in assessment of atrophy. Acta Ophthalmol (Copenh). 1977; 55: 217-226.
10. Junqueira LC, Carneiro J, Kelley RO. Temel Histoloji. İstanbul: Barış Kitabevi, 1998.
11. Krstic RV. Human Microscopic Anatomy. Germany: Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1991.
12. Leeson CR, Leeson TS, Paparo AA. Textbook of Histology. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1985.
13. Melling M, Karimian-Teherani D, Mostler S, et al. Three-dimensional morphological characterization of optic nerve fibers by atomic force microscopy and by scanning electron microscopy. Microsc Microanal. 2005; 11: 333-340.
14. Karim S, Clark RA, Poukens V, et al. Demonstration of Systematic Variation in Human Intraorbital Optic Nerve Size by Quantitative Magnetic Resonance Imaging and Histology. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2004; 45: 1047.
15. Hellstrom A, Wiklund LM, Svensson E. Diagnostic value of magnetic resonance imaging and planimetric measurement of optic disc size in confirming. Onh. J Aapos. 1999; 3: 104-108.
16. Dipaolo DP, Zimmerman RA, Rorke LB. Neurofibromatosis type 1: Pathologic substrate of high-signal-intensity foci in the brain. Radiology 1995; 195: 721-724.
17. Votruba M, Leary S, Losseff N, et al. MRI of the intraorbital optic nerve in patients with autosomal dominant optic atrophy. Neuroradiology 2000; 42: 180-183.
18. Schmitz B, Schaefer T, Krick CM, et al. Configuration of the Optic Chiasm in Humans with Albinism as Revealed by Magnetic Resonance Imaging. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2003; 44: 16-21.
19. Parravano JG, Toledo A, Kucharczyk W. Dimensions of the optic nerves, chiasm, and tracts: MR quantitative comparison between patients with optic atrophy and normals. J Comput Assist Tomogr. 1993; 17: 688-690.
20. Wagner AL, Murtagh FR, Hazlett KS, et al. Measurement of the normal optic chiasm on coronal MR images. AJNR Am J Neuroradiol 1997; 18: 723-726.
21. Saberi H, Kashfi A, Amidi F, et al. Correlation of cephalic anthropometric parameters and microsurgical anatomy of the optic nerves: a cadaveric morphometric study. Surg Neurol 2003; 60: 438-442.
22. Evans JJ, Hwang YS, Lee JH. Pre-versus post-anterior clinoidectomy measurements of the optic nerve, internal carotid artery, and opticocarotid triangle: a cadaveric morphometric study. Neurosurgery 2000; 46: 1018-1021.

23. Ogata N, Imaizumi M, Kurokawa H. Optic nevre compression by normal carotid artery in patients with normal tension glaucoma. Br.J.Ophthslmol 2005; 89: 174-179
24. Marieb EN. Human Anatomy & Physiology. (6th edition) San Francisco: Pearson eds. inc. 2004.
25. Ođul E. Temel ve Klinik Nöroloji. Bursa: Uludađ Üniversitesi Basımevi, 1996.
26. Jeffery G, Evans A, Albon J, et al. The human optic nerve: fascicular organisation and connective tissue types along the extra-fascicular matrix. Anat Embryol (Berl) 1995; 191: 491-502.