

İnsan craniumlarında intrakranial hacim, basis cranii externa yüzey alanı ve foramen magnum kesitsel alanı arasındaki ilişki

Relationship between intracranial volume, basis cranii externa surface area and foramen magnum cross-sectional area

Feyza Altındal, Şule Onur, Kemalettin Acar

Gönderilme tarihi:17.04.2018

Kabul tarihi:08.08.2018

Özet

Amaç: Cranium tabanının inferior'u basis cranii externa (BCE) üzerinde foramen magnum (FM) mevcuttur. Palatum osseum'u (PO) maxilla'nın proc.palatinus'u ve os palatinum'un lamina horizontalis'i oluşturmaktadır. Literatürde intrakranial hacim (ICH), FM alanı arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalar mevcutken, ICH ile BCE ve PO alanı arasındaki ilişkiyi araştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır. Araştırmadaki amaç, craniumlarda ICH, BCE yüzey alanı, FM kesitsel alanı ve PO alanı arasındaki ilişkiyi araştırmaktır.

Gereç ve yöntem: Araştırma, Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı laboratuvarındaki 25 insan kuru kemik cranium'unda yapılmıştır. BCE fotoğrafları çekilip, bilgisayar ekranında ölçüm ve sayımlar yapılmıştır. FM içinden cavitas cranii'ye poşet yerleştirip içine su doldurarak ICH ölçülmüştür. Fotoğraflar üzerinden stereolojik yöntemlerden Noktalı alan ölçüm cetveli metoduyla BCE, FM ve PO alanı hesaplanmıştır. Alan oranı (AO) yöntemiyle, BCE'de FM ve PO'nun kapladığı alan yüzde olarak hesaplanmıştır. Bütün yapılan ölçüm ve işlemler çift kör olarak yapılmıştır. Cranium'lar üzerinde adli tıpın 13 kriteri baz alınarak cinsiyet tahmini yapılmıştır.

Bulgular: ICH ortalaması erkeklerde $1307.5 \pm 100.17 \text{ cm}^3$, kadınlarda $1289.29 \pm 151.97 \text{ cm}^3$ bulunmuştur. BCE alanı erkeklerde ortalama $325.94 \pm 47.60 \text{ cm}^2$, kadınlarda $316.29 \pm 39.36 \text{ cm}^2$, FM alanı erkeklerde ortalama $18.28 \pm 4.23 \text{ cm}^2$, kadınlarda $17.14 \pm 2.61 \text{ cm}^2$, PO alanı erkeklerde ortalama $58.72 \pm 13.78 \text{ cm}^2$, kadınlarda $57.29 \pm 9.93 \text{ cm}^2$ bulunmuştur. AÖO göre erkeklerde BCE'nin %5.60'ını FM ve %18.01'ini PO alanı oluştururken, kadınlarda BCE'nin %5.52'ini FM ve %18.45'ini PO alanı oluşturmaktadır.

Sonuç: Çalışmamızda BCE ve FM alanı arasında, BCE ile PO alanı arasında, FM alanı ve PO alanı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Hipotez olarak ICH ile BCE alanı arasında bir ilişki olabileceği düşünülmüş, ancak istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadı.

Anahtar sözcükler: İntrakranial hacim, basis cranii externa, foramen magnum palatum osseum

Altındal F, Onur Ş, Acar K. İnsan craniumlarında intrakranial hacim, basis cranii externa yüzey alanı ve foramen magnum kesitsel alanı arasındaki ilişki. *Pam Tıp Derg* 2018;11(3);237-249.

Abstract

Purpose: The inferior surface of the skull is called basis cranii externa (BCE). FM is on the BCE. Bony palate (BP) is formed by palate process of maxilla and horizontal lamina of palate bone. In literature there are a lot of studies about FM, ICV, but there isn't any study on BCE, BP. The purpose of our study was to explore the relation between ICV, BCE surface area, FM cross-sectional area and BP area.

Materials and methods: The present study was conducted on 25 dry human skulls in the laboratories of Pamukkale University, Faculty of Medicine Department of Anatomy. After taken photographs of skulls base, measurements were made on the computer screen. ICV measurements were done by filling water into the cranial cavity from the FM. Using point-counting (PC) method BCE, FM and BP area were estimated on photographs. In area fraction method (AF) how much amount of FM and BP spaced on BCE were estimated. All the measurements and process were made double-blind. Sex determination was performed based on 13 criteria in forensic for cranium.

Results: Mean of ICV for male $1307.5 \pm 100.17 \text{ cm}^3$, for female $1289.29 \pm 151.97 \text{ cm}^3$ calculated. Mean of BCE area for male $325.94 \pm 47.60 \text{ cm}^2$, for female $316.29 \pm 39.36 \text{ cm}^2$ estimated. Mean of FM area for male $18.28 \pm 4.23 \text{ cm}^2$, for female $17.14 \pm 2.61 \text{ cm}^2$ estimated. Mean of BP area for male $58.72 \pm 13.78 \text{ cm}^2$, for female $57.29 \pm 9.93 \text{ cm}^2$ estimated. In male, using AF method, FM had %5.60 area, BP had %18.01 area spaced on BCE. In female using AF method, FM had %5.52 area, BP had % 18.45 area spaced on BCE.

Conclusion: As a result there is statistically important relationship between BCE and FM, BCE and BP, FM and BP areas. As a hypothesis, it was thought that there could have been a relationship between ICH and BCE areas; however, statistically there was not a significant relationship.

Feyza Altındal, Dr., Devlet Hastanesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon DENİZLİ, e-posta: fztftz@gmail.com (orcid.org/0000-0001-7181-0906) (Sorumlu yazar)

Şule Onur, Dr.Öğr.Üyesi, Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi A.D. DENİZLİ, e-posta: sonur@pau.edu.tr (orcid.org/0000-0002-0384-1089)

Kemalettin Acar, Prof. Dr., Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp A.D. DENİZLİ, e-posta: kacar@pau.edu.tr (orcid.org/0000-0002-0200-4764)

Key words: Intracranial volume, basis crania externa, foramen magnum, palatum osseum

Altındal F, Onur Ş, Acar K. Relationship between intracranial volume, basis crania externa surface area and foramen magnum cross-sectional area. *Pam Med J* 2018;11(3):237-249.

Giriş

Foramen magnum(FM), cavitas cranii'yi canalis vertebralis'e bağlayan büyük oval bir delik olarak tanımlanır. FM büyüklüğüyle cerebellar-tonsillar herniasyon etyolojisi arasında yakın bağlantı olduğu bildirilmiştir. Akondroplazili hastalardaki FM küçük olması ciddi nörolojik problemlere yol açmaktadır [1]. FM'nin çapları, içinden vital yapıların geçmesi ve cranium'dan cinsiyet tayini yapılması sebebiyle önemlidir. İçinden geçen yapıların patolojik durumlarda kompresyona maruz kalabilmesi nedeniyle FM'nin boyutlarını klinik olarak önemli hale getirir [2]. Palatum osseum, cranium tabanından görülen maxilla'nın proc. palatinus'u ile os palatinum'un lamina horizontalis yapıları tarafından oluşur [3].

Yapılan çalışmalarda FM alanı değişik yöntemler kullanılarak hesaplanmıştır. Literatürde DICOM programında planimetri yöntemiyle hesaplandığı FM ile intracranial hacim (ICH) arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur [1]. Lucia software ile FM antero-posterior ve transvers çapı kullanılarak FM alanı hesaplanmıştır [4]. FM alanı kuru kemiklerin CT görüntüleri üzerinde cinsiyet farklılıklarını tespit ederek hesaplanmıştır [5]. Orta Avrupa bölgesindeki craniumlar üzerinde, FM alanı ve cranium hacimleri üzerinde antropometrik ölçümler yapılmıştır. Craniumların etnisite, coğrafi özellik ve cinsiyetlerinin FM ve cranium hacimlerini etkilediğini bulmuştur [6].

Cranium üzerinde yapılan hacimsel çalışmalarda pek çok çalışma çizgisel boyutlar, paketleme metodu kullanılarak, çok az kısmı da radyolojik metotlar kullanılarak yapılmıştır. Cranium ICH'ı için kuru kemiklerde cavitas cranii içini su ile doldurup ardından su silindirik ölçüm bardağında ölçerek hesaplanmıştır [1].

Stereoloji genel olarak, yapıların sayı, uzunluk, alan ve hacim gibi sayısal değerleri ile uğraşan yöntem bilimidir. Kesit görüntülerinden ya da fotoğraflardan yüzey alanlarının ölçülmesi stereolojik yaklaşımlarla gerçekleştirilebilir. Yapılan çalışmalar kesit yüzey alanlarının ölçülmesinde, noktalı sayım tekniklerinin

planimetrik tekniklerden daha güvenilir ve etkin bir yaklaşım olduğunu göstermiştir. Stereolojide en sık kullanılan kesit yüzey alanı hesaplama yöntemi, noktalı alan ölçüm cetveli (NAÖC) kullanılmasıdır [7, 8].

Adli tıpta cinsiyet tayini ve kimliklendirme önemli konulardan biridir. FM'nin üzerinde bulunduğu os occipitale'nin pars basillaris kısmı anatomik pozisyonda iyi korunduğu için cranium'un diğer bölümlerine oranla Os occipitale kullanılarak cinsiyet belirleme üzerine yapılan çalışmalar bütünlüğü bozulmuş craniumlarda kimliklendirmede faydalı olabilir [9].

Bu literatürler ışığında, sadece FM morfolojisi ve alanı ile ICH ilişkisini araştıran çalışmalar bulunmasına rağmen literatürde ICH, BCE, FM ve PO alanı arasındaki ilişkiyi ortaya koyan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yine literatürde FM alanını çeşitli yöntemler kullanarak hesaplayan çalışmalar olmasına rağmen, stereolojik bir metot olan NAÖC tekniğiyle BCE, FM, PO arasında ilişki olup olmadığını araştıran ve bu cranium kısımlarının alan oranını cinsiyetlere göre hesaplayan çalışma yoktur.

Çalışmamızın amacı craniumlarda ICH, BCE yüzey alanı, FM kesitsel alanı ve PO alanı arasındaki ilişkiyi araştırmaktır. Adli tıpta kullanılan kimliklendirme kriterlerine göre cinsiyetleri belirlenen craniumlar arasında cinsiyet farklılığı da araştırılacaktır.

Gereç ve yöntem

Çalışmamız Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Laboratuvarı'na ait 25 adet erişkine ait cranium üzerinde yapılmıştır. Bu cranium'lar bütün, hasarsız, BCE, FM, PO kısımları sağlam olanlar, cinsiyeti belirlenebilenler, yetişkin craniumları (18 yaş üstü olanlar) çalışmaya dahil edilmiştir. Cranium'lardan anomalili, patolojili, kırık, hasarlı olanlar, bebek cranium'ları çalışma dışında tutulmuştur.

Adli Tıp Anabilim Dalı tarafından cranium'lardan cinsiyet tayini belli kriterler dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Çalışmadaki

ölçümler cinsiyetleri bilinmeden çift kör olarak yapılmıştır. Değerlendirilmeye alınan 25 cranium'un 7 tanesinin kadın, 18 tanesinin erkek cinsiyette olduğu saptanmıştır. Cranium'ların numaralarına göre cinsiyetleri not edilmiştir.

Çalışmamız 2015 güz ve bahar dönemlerinde, Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Laboratuvarı'nda bulunan insan kuru kemik cranium'ları üzerinde yapılmıştır. Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 30.12.2014 tarih ve 18 sayılı kurul toplantısının izin onayı ile gerçekleştirilmiştir

Araştırmada BCE alanını fotoğraflamak için Canon 650D profesyonel fotoğraf makinası kullanılmıştır. BCE alanını üstten 90 derecelik açıyla çekmek amacıyla tripod kullanılmıştır. Cranium'ların norma inferior'unu sabitleyebilmek için calvaria üstüne oyun hamuruyla sabitleme yapılmıştır. Cranium'ların yanına cetvel koyularak fotoğraflanmıştır. Fotoğraflanan görüntüleri bilgisayar ortamına taşımak için flash bellek kullanılmıştır. Tüm sayımlar için NAÖC metodu kullanılmıştır. Ölçümü için, satır ve sütunları arasında 1cm'lik mesafe bulunan, + işaretleri çizilmiş ızgara sistemi (grid) yapılmış, asetat kağıdı kullanılmıştır.

Intrakranial Hacim Ölçümü

Araştırmamızda craniumların ICH ölçmek için, FM'den cavitas cranii içine poşet yerleştirilmiştir. Poşet FM seviyesine kadar doldurulmuştur. Poşet içindeki su 1000 ml ve 500 ml'lik silindirik ölçüm kabına dökülerek ölçüm yapılmıştır. 25 tane cranium 3 kez ölçülerek, ölçümlerin ortalaması alınmıştır.

Cranium'ların cinsiyet tahmini

Cranium'ların cinsiyet tahminleri, Pamukkale Üniversitesi Adli Tıp Anabilim dalında görevli 2 öğretim üyesi tarafından belli kriterler dikkate alınarak yapılmıştır. Araştırmacılar cranium'ları, birbirinden bağımsız olarak çift kör olarak değerlendirmişlerdir.

Morfolojik olarak kafatasının cinsiyetler arası farklılık gösteren genel karakteristikleri şu şekildedir:

❖ *Genel görünüm:* Kadınlarda yuvarlak ve düzgün, erkeklerde kabadır.

❖ *Boyut:* Erkek kafatası daha geniştir, endokranial hacmi 200 ml'den daha fazladır.

❖ *Kas sırtları:* Erkeklerde geniş kasların tutunma yerleri daha belirgindir, özellikle oksipital ve temporal bölgelerdeki çıkıntılar barizdir.

❖ *Supraorbital kenar:* Erkek kafatasında daha belirgindir ve kadında olmayabilir.

❖ *Glabella:* Kadında; küçüktür ya da yoktur, erkekte ise belirgindir, ancak bu zayıf derecede bir ayırt edici özelliktir.

❖ *Processus mastoideus:* Erkek kafatasında daha geniştir.

❖ *Palate:* Erkeklerde daha büyüktür, "U" şekli daha düzenlidir. Daha küçük olan kadın damağı parabolik olma eğilimindedir.

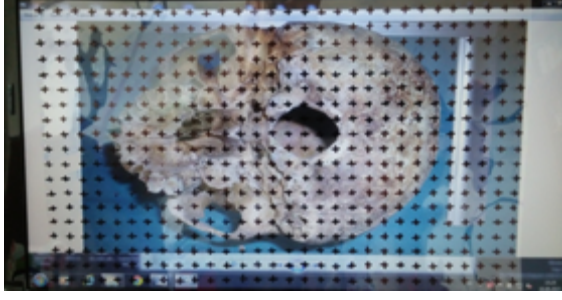
❖ *Orbitalar:* Erkek kafatasında yüzde daha alta yerleşmiştir. Kadınlara göre daha kare ve özellikle üst kenarı daha az keskin özelliğe sahiptir.

❖ *Burun açıklığı:* Erkek kafatasında daha yüksek ve daha dardır, kenarları keskindir. Burun kemikleri daha geniş ve kadınlarda daha dar açılıdır.

❖ *Alın:* Kadın kafatasında yüksek ve diktir. Erkeklerde daha yuvarlak bir infantil konturu vardır.

Noktalı Alan Ölçüm Cetveli (Point-Counting Method =NAÖC)

Bilgisayar ortamına aktarılan cranium resimleri üzerine ölçüm için hazırlanan 1x1cm'lik + işaretleri olan asetat kağıdı rastgele atılmıştır. Ekranı 20 inç olan bilgisayarda resmin altında ve kenarındaki cetvelle, kullanılan cetvelin aynı uzunlukta olmasına dikkat edilmiştir. BCE sınırları çizilerek, bu alanda bulunan + işaretleri sayılmıştır. Sayım işlemi her bir kesit görüntüsü için üç defa yapılmış ve bu sayımların ortalaması alınmıştır. Sayım esnasında NAÖC üzerinde bulunan ve noktayı temsil eden işaretin sağ üst köşesi kullanılmıştır.(Şekil 1)



Şekil 1. Noktalı alan ölçüm cetveli (NAÖC) uygulanması. Bilgisayar ekranı üzerinde NAÖC rastgele atılır ve + işaretleri sayılır. Ölçüm 3 kere tekrarlanır. 2 doğrunun keşişim yeri (+) işaretininin 2 kolunun keşiştiği köşe (okla gösterilen) nokta olarak kullanılır.

Area Fraction (Alan Oranı=AO)

İstenilen alanın tüm alandaki yüzde oranıdır. İsteddiğimiz parçanın tüm alanda ne kadar yer kapladığı hakkında bilgi vermektedir. Final verinin birimi yüzdendir. Referans alınan BCE

alanı iken, oranlamak istediğimiz alan PO ve FM alanıdır. Bu oranlama ayrı ayrı PO alanının BCE alanına oranı, FM alanının yine BCE alanına oranı şeklinde yüzde olarak verilmiştir. Çalışmamızda, Bulut ve Şahin [10]'da yaptıkları çalışmada kullandıkları formül, modifiye edilerek kullanılmıştır. PO'nun AO (area fraction'u) şu şekilde formüle edilebilir(Şekil 2).

$$AO_{PO} = \frac{PO}{BCE} \times 100$$

AO_{PO} =palatum osseum'un alan oranı

PO=palatum osseum üzerindeki nokta sayısı

BCE=basis cranii externa üzerindeki nokta sayısı

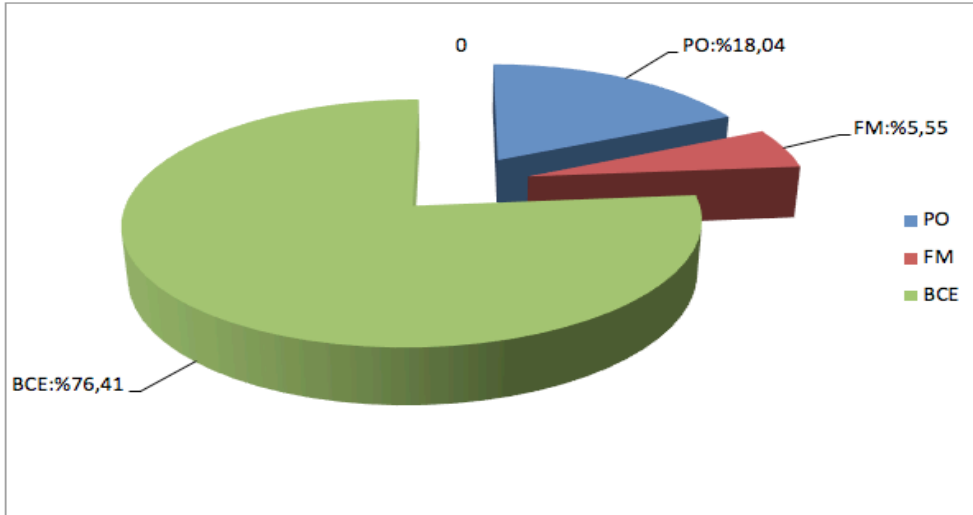
FM'un area fraction'u şu şekilde formülize edilir.

$$AO_{FM} = \frac{FM}{BCE} \times 100$$

AO_{FM} =foramen magnum'un alan oranı

FM=foramen magnum üzerindeki nokta sayısı

BCE=basis cranii externa üzerindeki nokta sayısı



Şekil 2. Cranium'larda alan oranı(AO)

Kaliperle Ölçüm

FM'ü anterior ve posteriorda en uzun mesafesi ve horizontal çaplarında en uzun mesafe dijital kaliper kullanarak ölçülmüştür. Çalışmamızda TorQ, marka, 0-150 mm ölçüm aralığına sahip, elektronik dijital kaliper kullanılmıştır. Ölçümler 3 kere tekrar edildikten sonra sonuçlar not edilmiş ve ortalamaları alınmıştır. Kaliperde mm cinsinden ölçülen değerler cm'ye dönüştürülmüştür.

Klasik yöntemle FM alanı, Routil formülü kullanılarak hesaplanmıştır [9].Bu formüle göre FM alanı= $1/4 \times FM$ transvers uzunluğu $\times FM$ en uzun anterior-posterior mesafesi şeklindedir. (Şekil 3 ve Şekil 4). Bizim ölçtüğümüz değerleri formülde yerine koyarak alan hesaplanmıştır.



Şekil 3. FM'nin anterior ve posterior uzunluk mesafesinin (basion-opisthion mesafesi) kaliperle ölçümü



Şekil 4. FM'nin transvers uzunluk mesafesinin (transvers düzlemde FM'un en uzun mesafesi) kaliperle ölçümü

ICH değerleri 3 kere tekrarlanarak ölçümü yapılmıştır. Ölçüm değerleri cm^3 cinsinden not edilmiştir. FM ve PO yüzey alanı cm^2 cinsinden hesaplanmıştır. Elde edilen bütün veriler not edilmiştir. Çalışma süresince elde edilen verilerin analizi bilgisayar ortamında SPSS 21 (Statistical Package for Social Sciences) programında yapılmıştır. Elde edilen tüm verilerin ortalamaları ve standart sapmaları bulunmuştur. Pearson korelasyon analizi yapılmıştır [11].

Bulgular

Cranium'lardaki ICH, BCE, FM, NAÖC metoduyla ölçülen BCE, FM, PO alanı alan oranı yöntemiyle hesaplanan BCE, FM, PO ölçümleri tamamlanmış, standart sapmaları belirtilmiştir (Tablo 1).

Adli tıp anabilim dalındaki 2 öğretim görevlisi yukarıdaki kriterleri dikkate alarak craniumlarda cinsiyet tahmini yapmışlardır. Bu kriterlere göre 25 craniumun 18'i erkek, 7'si kadın cinsiyettedir.

Kadınların ve erkeklerin ICH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p=0.728$). Erkeklerin ICH değerleri kadınlar göre yüksek gözlenmiştir ancak bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir (Tablo 2).

NAÖC usulüyle hesaplanan BCE ile FM alan değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde orta derecede korelasyon bulunmuştur ($p=0.005$; $r=0.543$). BCE ile PO alan değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde orta derecede korelasyon bulunmuştur ($p=0.002$; $r=0.587$). FM ile PO alan değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde orta derecede korelasyon bulunmuştur ($p=0.015$; $r=0.482$). FM_T ile FM_{AP} uzunluk mesafesi arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde orta derecede korelasyon bulunmuştur ($p=0.002$; $r=0.588$). FM_a ile BCE arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde orta derecede korelasyon bulunmuştur ($p=0.009$; $r=0.513$). Routil formülüne göre hesaplanan FM'nin alanı ile NAÖC'ye göre hesaplanan FM alanı arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde kuvvetli derecede korelasyon bulunmuştur ($p=0.0$; $r=0.836$). (Tablo 3)

Erkeklerde BCE ile FM alanı arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde orta derecede korelasyon bulunmuştur ($p=0.047$;

$r=0.474$). Erkeklerde BCE ile PO alanı arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde orta derecede korelasyon bulunmuştur ($p=0.027$; $r=0.521$). Erkeklerde BCE alanı ile FM_{AP} uzunluğu arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde orta derecede korelasyon bulunmuştur ($p=0.034$; $r=0.502$). Erkeklerde Routil formülüne göre hesaplanan FM alanı ile NAÖC kullanılarak hesaplanan FM alanı arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde kuvvetli derecede korelasyon bulunmuştur ($p=0.0$; $r=0.858$) (Tablo 4).

Kadınlarda BCE ile FM alanı arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde kuvvetli derecede korelasyon bulunmuştur ($p=0.005$, $r=0.903$). Kadınlarda BCE ile PO alanı arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde kuvvetli derecede korelasyon bulunmuştur ($p=0.006$; $r=0.895$) (Tablo 5).

25 cranium'da yapılan ölçüm ve hesaplamalara göre BCE alanının %5.55'ini FM alanı ve %18.04'ünü PO alanı oluşturmaktadır.

Erkeklerde BCE alanının %5.60'ını FM alanı ve %18.01'ini PO alanı oluşturmaktadır. (Şekil 5)

Kadın cranium'larında BCE alanının %5.52'ini FM alanı ve %18.45'ini PO alanı oluşturmaktadır (Şekil 6).

Kadınların ve erkeklerin kaliperle ölçülen FM_{AP} uzunluk değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p=0.297$). Kadınların FM_T uzunluk değerleri erkeklere göre yüksek gözlenmiştir ancak bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Tartışma

İnsan cranium'larındaki BCE ve FM arasında ($p=0.005$), BCE ile PO arasında ($p=0.002$), FM ve PtO arasında anlamlı ilişki bulduk. FM ile FM%, FMa ile BCE, Routil formülüne göre hesaplanan FMa ile NAÖC'e göre hesaplanan FM alanı arasında anlamlı bir ilişki bulduk. Bu durum klasik yöntemlere göre NAÖC yönteminin güvenilirliğini kanıtlamaktadır. BCE'nin AO metoduna göre %5.55'ini FM, %18.04'ünü PO oluşturmaktadır. AO metoduna göre erkek ve kadın cinsiyetler arasında farklılıklar mevcutken, erkeklerde BCE alanı üzerinde FM alanı daha fazla yer kaplamaktayken, kadınlarda PO alanı

daha fazla yer kaplamaktadır.

Çalışmamızda kadın ve erkeklerin ICH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı. Literatürde ICH ölçümü, su doldurma yöntemi, antropometri, cephalometri, planimetri gibi değişik yöntemlerle yapılmaktadır. Biz çalışmamızda ICH ölçümünü su sıvısı kullanılarak gerçekleştirdik. Literatürdeki diğer çalışmalarda su yerine pirinç, hardal, çavdar, millet tohumları gibi maddelerde kullanılmıştır. Paketleme yöntemlerinden olan su doldurma yöntemi ile yapılan ICH ölçümü en doğru in vitro yöntemdir [12]. Şahin ve ark. [12] antropometri, sefalometri, planimetri ve NAÖC tekniklerine karşılık altın standart olan su doldurma metodu kullanarak aynı cranium'lar üzerinde ICH ölçümü yaptığı çalışmada craniumların ICH değerlerinin farklı olduğunu hesaplamışlardır. Antropometri metoduyla yapılan ölçümlerin daha yüksek değerlerde olduğu, sefalometri, planimetri ve NAÖC teknikleriyle yapılan ölçüm sonuçlarının daha düşük değerlerde olduğunu belirtmiştir. Antropometri metodunun uygulanması kolay olmasına rağmen gerçek değerlerden sapma gösterebiliyorken, optimize sterolojik tekniklerden olan NAÖC metodu ile yapılan ICH ölçümlerinde yapılarıdaki 3. boyutu dikkate aldığından daha tarafsız sonuçlar ortaya çıkmıştır. Su doldurma yöntemiyle ölçtüğümüz ICH ortalamasını, Şahin ve ark. [13], Ali ve ark. [14], Lalwani ve ark. [15], Maina ve ark. [16] yaptıkları çalışmalardan farklı değerlerde bulduk.

Çalışmamızda FM alanını hesaplaması NAÖC metodu kullanılarak yapılmıştır [17, 18]. Literatürde Govsa ve ark. [19], Uthman ve ark. [20], Edwards ve ark. [21] çalışmalarından farklı sonuçlar elde etmemizin sebebi kullanılan yöntem farklılığı olabilir.

ICH ve FM ilişkisini araştıran çalışmalarla bizim çalışmamız arasındaki sonuç farklılıkları, kullanılan yöntem farklılıkları sebebiyle olabilir. Acer ve ark. [1] ICH su doldurma yöntemiyle ve FM yüzey alanını planimetri metoduyla ölçtükleri çalışmalarında, ICH ve FM alanı arasında anlamlı bir ilişki bulmuşlardır. Biz çalışmamızda ICH ve FM arasında anlamlı bir ilişki bulamadık.

PO alanını ölçen yöntemler ve bunların sonuçlarını bizim sonuçlarla karşılaştırdığımızda, Heiser ve ark. [22] 3 boyutlu (3D digitizer)

Tablo 1. Tüm cranium'lardan elde edilen verilerin ortalama, standart sapma, medyan, minimum, maksimum değerleri

Değişken	Cranium'lar (n=25)	
	Ortalama \pm Std. Sapma(X \pm SD)	Medyan (Min - Maks)
ICH (cm ³)	1302.4 \pm 113.8	1290 (1120-1545)
BCE (cm ²)	323.24 \pm 44.85	327 (236-407)
FM (cm ²)	17.96 \pm 3.82	18 (11-27)
FM _{AP} (cm)	5.14 \pm 0.53	5 (4-6)
FM _T (cm)	4.66 \pm 0.66	4.5 (3.5-6)
FM _{AP} 1 (cm)	3.87 \pm 0.53	3.72 (3.22-4.86)
FM _T 1 (cm)	3.37 \pm 0.52	3.11 (2.75-4.52)
FM _A (cm ²)	24.15 \pm 5.07	24.75 (14-33)
PO (cm ²)	58.32 \pm 12.64	58 (40-82)
FM%	18.48 \pm 3.25	18 (12.14-27.78)
PO%	5.69 \pm 1.06	5.56 (4.26 \pm 9.26)

ICH=İntracranial hacim, BCE=basis crania externa, FM=foramen magnum, FMap=foramen magnum anterior-posterior (basion-opisthion) uzunluğu, FMt= foramen magnum transvers uzunluğu (FM'nin transvers düzlemde en uzun mesafesi), FMap1= foramen magnum'un kaliperle ölçülen anterior-posterior uzunluğu, FMt1= foramen magnum'un kaliperle ölçülen transvers uzunluğu, FM_A=Routal formülüne göre hesaplanan FM alanı PO=palatum osseum alanı, FM%=FM'un BCE üzerinde kapladığı alan yüzdesi, PO%= PO'nun BCE üzerinde kapladığı alan yüzdesi, Std. sapma=standart sapma, Min.=minimum, Maks.=maksimum, SD=Standart deviasyon

Tablo 2. Erkek ve kadın craniumlarından elde edilen verilerin ortalama, standart sapma, medyan, minimum, maksimum değerler

Değişken	Erkek (n=18)		Kadın (n=7)		p
	Ortalama \pm Std.	Medyan	Ortalama \pm Std.	Medyan (Min - Maks)	
	Sapma(X \pm SD)	(Min - Maks)	Sapma(X \pm SD)		
ICH (cm ³)	1307.5 \pm 100.17	1302.5 (1155-1500)	1289.29 \pm 151.97	1270 (1120-1545)	0.728
BCE (cm ²)	325.94 \pm 47.60	327.5 (239-407)	316.29 \pm 39.36	325 (236-356)	0.639
FM (cm ²)	18.28 \pm 4.23	18 (11-27)	17.14 \pm 2.61	18 (12-20)	0.517
FM _{AP} (cm)	5.14 \pm 0.56	5 (4-6)	5.14 \pm 0.48	5 (4.5-6)	0.79
FM _T (cm)	4.72 \pm 0.73	4.75 (3.5-6)	4.5 \pm 0.41	4.5 (4-5)	0.349
FM _{AP} 1 (cm)	3.84 \pm 0.58	3.57 (3.22-4.86)	3.96 \pm 0.36	3.85 (3.59-4.64)	0.297
FM _T 1 (cm)	3.37 \pm 0.56	3.09 (2.75-4.52)	3.37 \pm 0.46	3.29 (2.93-4.27)	0.701
FM _A (cm ²)	24.5 \pm 5.52	26.13 (14-33)	23.25 \pm 3.88	22.5 (18-30)	0.591
PO (cm ²)	58.72 \pm 13.78	57 (42-82)	57.29 \pm 9.93	58 (40-67)	0.805
FM%	18.46 \pm 3.78	17.84 (12.14-27.78)	18.55 \pm 1.28	18.10 (16.7-20.5)	0.948
PO%	5.74 \pm 1.23	5.34 (4.26-9.26)	5.57 \pm 0.44	5.58 (4.85-6.02)	0.976

ICH=İntracranial hacim, BCE=basis crania externa, FM=foramen magnum, FMap=foramen magnum anterior-posterior (basion-opisthion) uzunluğu, FMt= foramen magnum transvers uzunluğu (FM'nin transvers düzlemde en uzun mesafesi), FMap1=foramen magnum'un kaliperle ölçülen anterior-posterior uzunluğu, FMt1= foramen magnum'un kaliperle ölçülen transvers uzunluğu, FM_A=Routal formülüne göre hesaplanan FM alanı PO=palatum osseum alanı, FM %=FM'un BCE üzerinde kapladığı alan yüzdesi, PO%= PO'nun BCE üzerinde kapladığı alan yüzdesi, Std. sapma=standart sapma, Min.=minimum, Maks.=maksimum, SD=Standart deviasyon Mann Whitney U testi yapılmıştır

Tablo 3. Cranium'lardaki ölçüm sonuçları (Craniumların ICH, BCE , FM, FMap, FMt, FMap1, FMt1, FMA , PO, FM%, PO% arasındaki ilişkiler)

Toplam (n=25)	ICH	BCE	FM	PO	FMap	FMt	FMA	FMap1	FMt1	FM%	PO%	
ICH	r	1	-.006	.120	.003	.001	-.003	-.021	.165	.236	-.139	-.032
	p		.976	.568	.988	.997	.990	.922	.430	.257	.507	.880
BCE	r	1	.543**	.587**	.440*	.453*	.513**	-.135	-.333	.135	.005	
	p		.005	.002	.028	.023	.009	.520	.104	.521	.980	
FM	r		1	.482*	.732**	.724**	.836**	-.111	-.102	-.737**	-.022	
	p			.015	.000	.000	.000	.596	.628	.000	.916	
PO	r			1	.363	.202	.295	.172	-.065	-.134	-.764**	
	p				.074	.333	.152	.410	.757	.523	.000	
FMap	r				1	.588**	.798**	-.165	-.222	-.594**	-.021	
	p					.002	.000	.432	.285	.002	.922	
FMt	r					1	.922**	.021	.033	-.505*	.238	
	p						.000	.921	.875	.010	.252	
FMA	r						1	-.044	-.064	-.584**	.149	
	p							.834	.761	.002	.479	
FMap1	r							1	.808**	-.030	-.256	
	p								.000	.887	.217	
FMt1	r								1	-.105	-.092	
	p									.619	.661	
FM%	r									1	-.015	
	p										.945	
PO%	r										1	
	p											

ICH=İntracranial hacim, BCE=basis crania externa, FM=foramen magnum, FMap=foramen magnum anterior-posterior (basion-opisthion) uzunluğu, FMt= foramen magnum transvers uzunluğu (FM'nin transvers düzlemde en uzun mesafesi), FMap1=foramen magnum'un kaliperle ölçülen anterior-posterior uzunluğu , FMt1= foramen magnum'un kaliperle ölçülen transvers uzunluğu, FM_r=Routal formülüne göre hesaplanan FM alanı PO=palatum osseum alanı, FM % =FM'un BCE üzerinde kapladığı alan yüzdesi, PO%= PO'nun BCE üzerinde kapladığı alan yüzdesi, Std. sapma=standart sapma, Min.=minimum, Maks.=maksimum, SD=Standart deviasyon r=Pearson korelasyon katsayısı

Tablo 4. Erkek cranium'larında ölçüm sonuçları (Erkek craniumlarının ICH, BCE , FM, FMap, FMt, FMap1, FMt1, FMA , PO, FM%, PO% arasındaki ilişki)

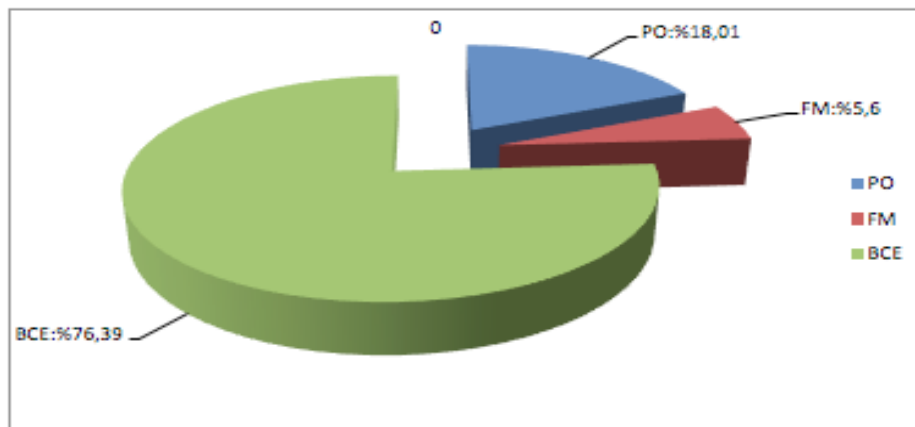
Erkek (n=18)		ICH	BCE	FM	PO	FMap	FMt	FMA	FMap1	FMt1	FM%	PO%
ICH	r	1	-.241	-.034	-.207	-.141	-.144	-.165	.202	.294	-.117	.052
	p		.335	.894	.410	.576	.568	.512	.421	.236	.645	.839
BCE	r		1	.474*	.521*	.502*	.442	.526*	-.094	-.266	.182	.026
	p			.047	.027	.034	.066	.025	.711	.285	.471	.919
FM	r			1	.434	.801**	.720**	.858**	.000	-.023	-.759**	-.077
	p				.072	.000	.001	.000	1.000	.928	.000	.761
PO	r				1	.395	.205	.315	.264	.056	-.132	-.797**
	p					.104	.415	.203	.289	.826	.602	.000
FMap	r					1	.536*	.768**	-.102	-.195	-.611**	-.115
	p						.022	.000	.687	.437	.007	.649
FMt	r						1	.928**	.121	.062	-.502*	.194
	p							.000	.633	.807	.034	.440
FMA	r							1	.059	-.047	-.582*	.060
	p								.818	.853	.011	.814
FMap1	r								1	.880**	-.104	-.272
	p									.000	.681	.276
FMt1	r									1	-.127	-.137
	p										.616	.587
FM%	r										1	.050
	p											.845
PO%	r											1
	p											

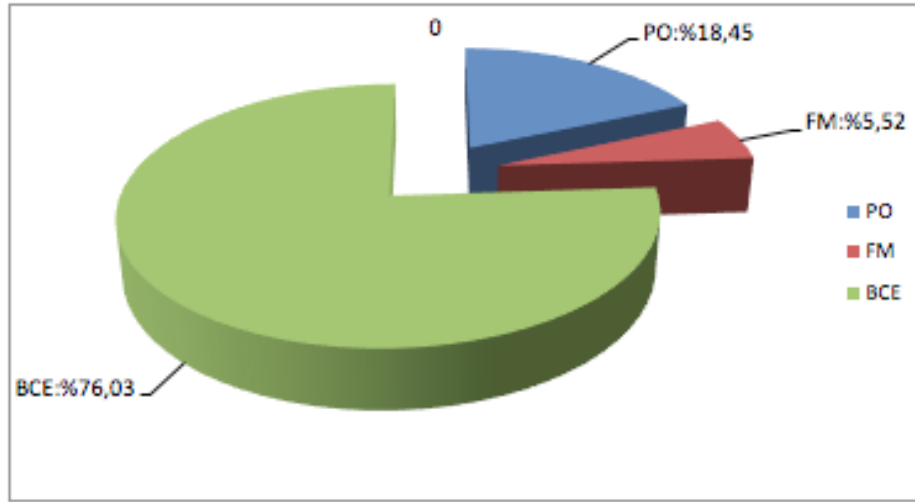
ICH=İntracranial hacim, BCE=basis crania externa, FM=foramen magnum, FMap=foramen magnum anterior-posterior (basion-opisthion) uzunluğu, FMt= foramen magnum transvers uzunluğu (FM'nin transvers düzlemde en uzun mesafesi), FMap1=foramen magnum'un kaliperle ölçülen anterior-posterior uzunluğu, FMt1= foramen magnum'un kaliperle ölçülen transvers uzunluğu, FMA=Routal formülüne göre hesaplanan FM alanı PO=palatum osseum alanı, FM %=FM'un BCE üzerinde kapladığı alan yüzdesi, PO%=PO'nun BCE üzerinde kapladığı alan yüzdesi, Std. sapma=standart sapma, Min.=minimum, Maks.=maksimum, SD=Standart deviasyon r=Pearson korelasyon katsayısı

Tablo 5. Kadınlar cranium'larında ölçüm sonuçları (Kadın craniumlarının ICH, BCE , FM, FMap, FMt, FMap1, FMt1, FMA , PO, FM%, PO% arasındaki ilişki)

Kadın (n=7)		ICH	BCE	FM	PO	FMap	FMt	FMA	FMap1	FMt1	FM%	PO%
ICH	r	1	.498	.584	.534	.209	.416	.326	.295	.058	-.405	-.390
	p		.255	.168	.217	.653	.353	.475	.521	.902	.367	.387
BCE	r		1	.903**	.895**	.345	.498	.422	-.601	-.729	-.263	-.455
	p			.005	.006	.449	.256	.345	.153	.063	.568	.305
FM	r			1	.783*	.585	.704	.680	-.472	-.678	-.651	-.359
	p				.037	.168	.077	.093	.285	.094	.113	.428
PO	r				1	.219	.144	.162	-.494	-.727	-.190	-.804*
	p					.637	.758	.728	.260	.064	.683	.029
FMap	r					1	.644	.916**	-.487	-.495	-.721	.050
	p						.119	.004	.268	.259	.068	.915
FMt	r						1	.895**	-.193	-.191	-.681	.383
	p							.006	.679	.682	.092	.397
FMA	r							1	-.356	-.353	-.778*	.259
	p								.433	.437	.039	.575
FMap1	r								1	.902**	.031	.179
	p									.005	.948	.701
FMt1	r									1	.270	.482
	p										.558	.274
FM%	r										1	.027
	p											.955
AD%	r											1
	p											

ICH=İntracranial hacim, BCE=basis crania externa, FM=foramen magnum, FMap=foramen magnum anterior-posterior (basion-opisthion) uzunluğu, FMt= foramen magnum transvers uzunluğu (FM'nin transvers düzlemde en uzun mesafesi), FMap1=foramen magnum'un kaliperle ölçülen anterior-posterior uzunluğu, FMt1=foramen magnum'un kaliperle ölçülen transvers uzunluğu, FMA=Routal formülüne göre hesaplanan FM alanı PO=palatum osseum alanı, FM%=FM'un BCE üzerinde kapladığı alan yüzdesi, PO%= PO'nun BCE üzerinde kapladığı alan yüzdesi, Std. sapma=standart sapma, Min.=minimum, Maks.=maksimum, SD=Standart deviasyon r=Pearson korelasyon katsayısı

**Şekil 5.** Erkek cranium'larında alan oranı (AO). BCE üzerinde PO ve FM yüzde olarak kapladığı alanının hesaplanması



Şekil 6. Kadın cranium'larında alan oranı (AO). BCE üzerinde PO ve FM yüzde olarak kapladığı alanının hesaplanması

ölçüm cihazı ile ölçüm yaptıklarında, PO'nun alanını çalışmamızda bulduğumuz değerlerden yüksek bulmuşlardır. Bunun sebebi Heiser ve ark.'ın[22], PO sınırı olarak çizdiği alanının, bizim sınır olarak çizdiğimiz alandan farklı olması olabilir.

Raghavendra Babu ve ark. [23] yaptığı çalışmada Hindistan'daki Hintli populasyonda FM alanından cinsiyet tayinini, Routil ve Teixeira formülünü kullanarak hesaplamışlardır. Çalışmamızda bulduğumuz değerler Babu ve ark. [23] bulduğu değerlerden yüksek olarak hesaplanma sebebi, farklı etnik kökenli cranium'larda yapılmış çalışma olabilir.

Kadınların ve erkeklerin kaliperle ölçülen FM_{AP} uzunluk değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Literatürde ölçülen FM_{AP} uzunluk mesafesinde baz alınan noktalarda farklılıklar mevcuttur. Çalışmamızdaki ölçüm yaptığımız noktalar, FM'un sagittal ekseninde anterior-posterior yönde uzanan en uzun mesafedir. Antropometrik olarak Basion-Opisthion noktalarına denk gelmektedir. Kadın ve erkek cranium'ları arasında ölçülen FM_{AP} uzunluk değerinin istatistiksel olarak anlamlı farklı bulunmamasının nedeni olgu(cranium) sayısındaki kısıtlılık olabilir.

Çalışmamızda BCE alanı ve FM alanı arasında, BCE alanı ile PO alanı arasında, FM alanı ve PO alanı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulduk. ICH-BCE alanı arasında bir ilişki olabileceğini düşünüyor iken bir ilişki bulunmadı. ICH ile FM alanı arasında da

istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulamadık. Aynı zamanda ICH ile PO alanı arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadı. Literatürde kadın ve erkek ICH'leri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki varken, erkeklerde daha yüksek ICH değerleri bulunmaktadır [24-26]. Bizim çalışmamızda da, erkeklerde kadınlara oranla daha yüksek ICH ve BCE değerlerine rastladık, fakat istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmadı. Çalışmamızda hesapladığımız BCE alanı, erkeklerde kadınlara oranla yüksek olmasına rağmen istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı. Sonuçlar olgu (cranium) sayısındaki kısıtlılıktan kaynaklanıyor olabilir.

Çalışmamızda hesapladığımız FM ve PO alanı erkeklerde kadınlara oranla yüksek olmasına rağmen istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamaktadır. FM alanının Routil formülüne göre hesaplanmış hali (klasik yöntem) ve bizim yöntemimizle hesaplanmış hali (NAÖC) arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki hesaplanmıştır. Bu durum klasik yöntemle göre NAÖC yönteminin güvenilirliğini kanıtlamaktadır. BCE'nin AO metoduyla cinsiyete göre çalışıldığında, kadınlarda BCE'nin %5.52'ini FM, %18.45'ini PO oluşturmakta iken, erkeklerde BCE'nin %5.60'ını FM, %18.01'ini PO'nun oluşturduğu hesaplanmıştır.

Çalışmamız toplam 25 insan cranium'u üzerinde yapılmış olduğu için örneklem sayısı çalışma için önemli bir limitasyondur. Literatürde FM alanı ile kimliklendirme üzerinde durulmuştur fakat farklı kısımlar (PO) ve yöntemler (AO) ile kimliklendirme çalışmaları

sınırlıdır. Çalışmamızda yer alan AO ile cinsiyetlere göre yapılan kimliklendirmenin toplu facialar, kazalar, doğal afetler sonrası kimlik tesbitinde kalan cranium parçaları üzerinde kimliklendirmede anatomist, diş hekimleri ve adli tıp uzmanlarına kolaylık sağlayabileceğini düşünmekteyiz. AO yöntemiyle desteklenmiş olan farklı cranium bölümlerinin, kimliklendirme çalışmaları DNA testlerini mümkün kılmayan ciddi yıkıcı olaylarda (yüksek ısıyla yanma gibi) rahatlıkla uygulanabilir. Çalıştığımız craniumlar sadece Batı Ege'den Denizli ili ve çevresinden köken almaktadır. Türk halkı için bir standardizasyon geliştirmek için İç Anadolu, Marmara, Doğu Anadolu, Güney Doğu Anadolu, Karadeniz bölgelerine ait çıkan cranium'lar üzerinde çalışmalara ihtiyaç vardır. Klasik yöntemle göre hesaplanan cranium'daki alanların NAÖC metoduyla hesaplanan alanlardan istatistiksel anlamlı fark olması, NAÖC metodunu önemli kılmaktadır. Klasik yöntemde cranium alanlarının hesaplanması için CT, MRI görüntüleri gerekmektedir, NAÖC metodunda ise daha az maliyetli, direk fotoğraflar üzerinden ölçüm yapılabildiğinden daha pratik bir yöntemdir. Bu durum klinisyenler için ölçümlerde daha pratik ve uygulanabilirliği daha kolay olduğu için, aynı sonuçlar (Routal formülüne göre) elde edildiğinden dolayı daha pratik bir şekilde uygulanabilir.

Sonuç olarak bu çalışmadan yola çıkarak farklı alanlarda çalışan klinisyenlere özgü cranium kısımlarının cinsiyetlere göre standardizasyonu yapılabilir. Buradan çıkan sonuçlar farklı klinik alanlara fayda sağlayabilir. Sterolojik yöntemlerden farklı tekniklerin NAÖC göre BCE, FM, PO üzerinde hesaplanması, diğer tekniklerin NÖAC'e göre avantaj ya da dezavantajlarını ortaya koyacaktır.

Sterolojik yöntemlerden olan noktali alan ölçüm cetveli (NAÖC) tekniği anatomi, diş hekimliği ve adli tıp birimlerinin yaptığı araştırmalarda güvenle kullanılabilir. Alan oranı (AO) yöntemi ile adli tıpta toplu felaket, deprem, uçak kazaları gibi durumlarda geride kalan cranium kısımlarından kimlik tespitinde kullanılabilir.

Çıkar ilişkisi: Yazarlar çıkar ilişkisi olmadığını beyan eder.

Kaynaklar

1. Acer N, Şahin B, Ekinci N, Ergür H, Basaloğlu H. Relation between intracranial volume and the surface area of foramen magnum. *J Craniofac Surg* 2006;17:326-330.
2. Shepur P, Magi M, Nanjundappa B, Havaladar P, Gogi P, Saheb H S. Morphometric analysis of foramen magnum. *Int J Anat and Res* 2014;2:249-255.
3. Elhan A, Kaplan A. *Anatomi 1.cilt. Kemikler, eklemler, kaslar, iç organlar.* 4.Baskı Ankara: Güneş Tıp Kitabevi,2005;225.
4. Tubs RS, Griessenauer C, Loukas M, Shoja M, Cohen-Gadol A. Morphometric analysis of the foramen magnum;an anatomic study. *Neurosurg* 2010;66:385-388.
5. Burdan F, Szumito J, Walocha J et.al. Morphology of the foramen magnum in young eastern european adults. *Folia Morphol* 2012;71:205-216.
6. Gruber P, Henneberg M, Böni T, Rühli F. Variability of human foramen magnum size. *The Anat Record* 2009;292:1713-1719.
7. Arslan S. Şant yerleştirilmiş hidrosefalili yeni doğanlarda beyin ventrikül hacimlerini stereolojik metotla hesaplanması (Y.lisans tezi). Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü Kayseri, 2007;22-31.
8. Çolakoğlu S. Boyun omurlarının (C3-C7) gövde hacimlerinin stereolojik yöntemlerle hesaplanması. (Doktora tezi). Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü, Elazığ 2006;5-51.
9. Gapert R, Black S, Last J. Sex determination from the foramen magnum: Discriminant function analysis in an eighteenth and nineteenth century British sample. *Int J Legal Med* 2009;123:25-33.
10. Bulut E, Sahin B. A new method of assessing the size of mandibular cysts on orthopantomograms: Projection area fraction. *J Craniofac Surg* 2009;20:2020-2023.
11. Aksakoğlu G. Sağlıkta araştırma teknikleri ve analiz yöntemleri. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi yayınları, 2001;306-318.
12. Manjunath KY. Estimation of cranial volume-An overview of methodologies. *J Anat Soc India* 2002;51:85-91.
13. Şahin B, Acer N, Sonmez O.F, ve ark. Comparison of four methods for the estimation of intracranial volume: A gold standart study. *Clinical Anatomy* 2007;20:766-773.
14. Ali S, Sinha A.P, Jethans S.L, Rohatgi R.K, Amanika K. Study of cranial capacity of adult north indian human skulls&its sexual dimorphism. *Int J Sci Study* 2014;1:5.

15. Lalwani M, Yadav J, Arora A, Dubey BP. Sex identification from cranial capacity of adult human skulls. *J Indian Acad Forensic Med* 2012;34:2 .
16. Maina M.B, Shapur Y.C, Garba S.H, Assessments of cranial capacities in a north-eastern adult nigerian population. *J.Applied Sci* 2011;11:2662-2665.
17. Canan S, Şahin B, Odacı E, ve ark. Toplam hacim, hacim yoğunluğu ve hacim oranlarının hesaplanmasında kullanılan bir stereolojik yöntem: Cavalieri prensibi. *Türkiye Klinikleri J Med Sci* 2002; 22:7-14.
18. Şahin B, Aslan H, Unal B, Canan S, Bılgıç S, Kaplan S, Tumkaya L. Brain volumes of the lamb, rat and bird do not show hemispheric asymmetry: A stereological study. *Imagine Anal Stereol* 2001;20:9-13.
19. Govsa F, Ozer M A, Celik S, Ozmutaf N M. Three-dimensional anatomic landmarks of the foramen magnum for the craniovertebral junction. *J Craniofac Surg* 2011;22:1073-1076.
20. Uthman A T, Al-Ravi N H, Al-Timimi. Evaluation of foramen magnum in gender determination using helical CT scanning. *Dentomaxillofac Radiol* 2012;41:197-202.
21. Erwards K, Viner M D, Schweitzer W, Thali M J. Sex determination from the foramen magnum. *J Forensic Radiol İmag* 2013;1:186-192.
22. Heiser W, Niedervanger A, Bancher B, Bittermann G, Neunteufel N, Kulmer S. Three-dimentional dental arch and palatal form changes after extraction and non-extraction treatment part1. Arch length and are. *Am J Orthodont Dentofacial Orthop* 2004;126:71-81.
23. Raghavendra Babu YP, KanchanT, Attiku Y, Dixit P.N, Kotian M S. Sex estimation from foramen magnum dimensions in an Indian population. *J Forensic Leg Med* 2012;19:162-167.
24. Nooranipour M, Farahani RM. Estimation of cranial capacity and brain weight in 18-22-year-old Iranian adults. *Clin Neurol Neurosurg* 2008;110:997-1002.
25. Gohiya, VK, Shrivatava S, Gohiya S. Estimation of cranial capacity in 20–25 year old population of Madhya Pradesh, a state of India. *Int J Morphol* 2010;28:1211-1214.
26. Hwang YI, Lee KH, Choi BY, et al. Study on the Korean adult cranial capacity. *J Korean Med Sci* 1995; 10:239-242.

Teşekkür

Çalışmamızda bilgi, katkı ve desteklerinden dolayı PAÜ Biyoistatistik bölümü öğretim görevlisi Hande Şenol'a teşekkürlerimi sunarım.