



**T.C. SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ, BAĞCILAR SAĞLIK
UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ**

**HAFİF SEMPTOMATİK HASTA GRUPLARINDA SERVİKAL SAGİTTAL
PARAMETRE ÖLÇÜMLERİ İÇİN MRG VE LATERAL POZİSYONDA
ÇEKİLEN RADYOGRAFİ GÖRÜNTÜLEMELERİ ARASINDAKİ
KORELASYONUN DEĞERLENDİRMESİ- RETROSPEKTİF ÇALIŞMA**

Dr. BÜŞRA BUKET SAĞLAMER

TIPTA UZMANLIK TEZİ



**T.C. SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ, BAĞCILAR SAĞLIK
UYGULAMA VE ARAşTIRMA MERKEZİ
BEYİN VE SİNİR CERRAHI KLİNİĞİ**

**HAFİF SEMPTOMATİK HASTA GRUPLARINDA SERVİKAL SAGİTTAL
PARAMETRE ÖLÇÜMLERİ İÇİN MRG VE LATERAL POZİSYONDA
ÇEKİLEN RADYOGRAFI GÖRÜNTÜLEMELERİ ARASINDAKİ
KORELASYONUN DEĞERLENDİRMEĞİ- RETROSPEKTİF ALIřMA**

Dr. Büşra Buket Sağlamer

Tez Danışmanı: Op. Dr. Ebru Doruk

TIPTA UZMANLIK TEZİ

İSTANBUL/2024

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
KISALTMALAR	iii
TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	1
2.1.Tarihçe	1
2.2.Servikal Biyomekanik.....	2
2. 3. Servikal Sagital Denge.....	3
2. 4. Servikal Grafi Ölçüm Tekniği.....	4
2. 5. Tanımlamalar.....	5
2. 5. 1. Servikal Lordoz	5
2. 5. 2. Sagital Vertikal Aks	6
2. 5. 3. Torasik Giriş Açısı.....	7
2. 5. 4. T1 Eğimi	8
2. 5 . 5. Çene Alın Vertikal Aks	9
2. 5. 6. C7 Eğimi	10
2. 5. 7. C0-C2 Açısı.....	11
2. 5. 8. Spinokranial Açı	11
2. 6. Servikal Deformite	11
2. 6. 1. Servikal Kifoz	11
2. 6. 2. Komşu Segment Hastalığı	12
2. 6. 3. Myelopati	12
3. GEREÇ VE YÖNTEM	13
4. BULGULAR	14
5. TARTIŞMA	18
6. SONUÇLAR	20
7. KAYNAKLAR	21

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca etik değerlere olan bağlılığı ile örnek aldığım, hem teorik hem cerrahi bilgi birikimini ben ve arkadaşlarıma aktarmak için verdiği çaba, bu tezi hazırlamamda sağladığı yardımlar aynı zamanda kadınların nöroşirürji alanında ilerlemesine verdiği destek için bizlere ilham kaynağı olan saygıdeğer hocam Prof. Dr. Feyza Karagöz GÜZEY'e

Bilgi ve tecrübeleriyle bizlere her zaman yol göstermeye çalışan, hekimliği ile hepimize örnek olan eğitim sorumlumuz Doç. Dr. İlker GÜLEÇ'e;

İhtisasım boyunca sabrı, bilgi birikimi ile her zaman bana ve arkadaşlarıma destek olan, cesaretlendiren, ayrıca tezimi hazırlamamda yaptığı yardımlar için hocamız Doç. Dr. Burak EREN'e;

İyi niyeti, sabrı, yardım severliği ile aynı zamanda cerrahi eğitimim ve bu tezi hazırlamamda verdiği destek için tez danışmanım Op. Dr. Ebru DORUK'a;

Birlikte çalıştığımız süre boyunca hem benim hem arkadaşlarımla cerrahi konusunda kendini geliştirmesi açısından iyi niyeti ve sabrı ile verdiği emek; aynı zamanda bu tezin hazırlanması için sağladığı katkı ve çabalar için Op. Dr. Azmi TUFAN'a;

Mesleki tecrübe ve bilgilerini özveri ile bizlere aktaran, eğitimim boyunca desteklerini esirgemeyen birlikte çalıştığım için çok şanslı olduğum değerli meslek büyüklerim Op. Dr. Murat KARACAN'a, ve bir dönem birlikte çalıştığımız Doç. Dr. Nuri Serdar BAŞ'a ;

Asistanlık döneminde ve sonrasında uzman doktor olarak birlikte çalışma fırsatı bulduğum, ihtisasım boyunca bana verdiği destek ve yardımları için Op. Dr. Erhamit Okutan'a; birlikte çalışma fırsatı bulduğumuz kısa süre içinde yeni bakış açıları edinmemi sağlayan kliniğimizin değerleri uzmanları Op. Dr. Lokman AYHAN ve Op. Dr. Murat KAHRAMAN'a;

Daha önce birlikte çalıştığımız çok saygı değer büyüklerim Op. Dr. Mustafa Safi VATANSEVER'e ve Op. Dr. Özgür Yusuf AKTAŞ'a,

Asistan hekim olarak beraber çalışmaktan mutluluk duyduğum, çalışma şevkleri ve yardımseverlikleri ile zorlu asistanlık dönemimi kolaylaştıran sevgili arkadaşlarımla Dr. Aslı Aydın TAŞKOPARAN, Dr. Alper OLGUN, Dr. Ahmet CAFEROĞLU, Dr. Serhat AKMAN, Dr. Ceyda AKYÜZ, Dr. Ferhat AY, Dr. Ömercan DURMUŞ, Dr. Kerem KABADAYI,

Dr.Lütfi Can ATÇEKEN'e ;şimdi uzman hekim olarak görev yapmakta olan Op. Dr. Günay VAHABOVA Op. Dr. Ece SAĞLAM ÇİFTÇİ, Op. Dr. Tayfun ŞAHİN ve Op. Dr. Erhan ABANOZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Kliniğimizde birlikte çalışmaktan her zaman mutluluk duyduğum, her zor anımda yanımda olan, destekleri ile çalışma hayatımı kolaylaştıran çok sevgili servis ve ameliyathane hemşirelerimize, personellerimize ayrıca teşekkür etmeyi borç bilirim.

Her türlü fedakarlığa katlanarak bugünlere gelmemi sağlayan annem Şükran SAĞLAMER, babam Duran SAĞLAMER'e; varlığıyla gurur duyduğum, bana her zaman yol gösteren ablam Şeyma Buse SAĞLAMER'e ayrıca sonsuz teşekkürler...



KISALTMALAR

SDG: Servikal direkt grafi
SVA: Sagital Vertikal Aks
ÇAVA: Çene alın vertikal aks
TGA: Torasik Giriş Açısı
SL: servikal lordoz
T1E: T1 eğimi
C7E: C7 eğimi
SKA: Spinokranial açı
MRG: Manyetik rezonans görüntüleme
m: Kütle
F: Kuvvet
g: Standart yerçekimi
L: Moment kolu
M: Bükülme momentleri
IAR: Anlık dönme eksenini
T1UEP: T1 omur üst son plak

TABLolar VE RESİMLER

Tablo 1: Bazı yenilikçi servikal ölçüm parametreleri

Tablo 2: Farklı yaş gruplarında normal servikal lordoz değerleri

Tablo 3: Asemptomatik erişkinlerde normal servikal segmental açılar

Tablo 4: Yapılan sagittal parametre ölçümlerinin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri

Tablo 5: Direkt grafi ve MRG ile yapılan ölçümlerin eşli karşılaştırılması

Tablo 6: SDG değişkenleri arasındaki ilişki

Tablo 7: MRG değişkenleri arasındaki ilişki

Tablo 8: Gruplar arası korelasyon analizi

Resim 1: Servikal lordoz açısı ve spinokraniyal açı ölçümleri

Resim 2: Servikal vertikal aks ve torasik giriş açısı ölçümleri

Resim 3: ÇAVA, C0-C2 açısı, C7E ve T1E ölçümleri

Resim 4: Aynı hastaya ait standart servikal grafi ve servikal MRG

ÖZET

Amaç: Servikal sagittal dizilimdeki değişimlerin klinik açıdan oldukça önemli olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada lateral servikal grafi ve servikal manyetik rezonans görüntüleme (MRG) yapılan sagittal servikal parametre ölçümlerini karşılaştırmayı amaçladık.

Gereç ve Metod: Hastanemizde yapılan servikal grafi ve MRG incelemeleri geriye dönük olarak tarandı. Servikal direkt grafi (SDG) ve MRG'si olan 18 yaş üzeri toplam 78 hasta çalışmaya dahil edildi.

Her görüntülemelerde sagittal vertikal aks (SVA), C0-C2 eğimi, C2-C7 servikal lordoz açısı (SL), C7 eğimi (C7E), T1 eğimi (T1E), torasik giriş açısı (TGA), çene alın vertikal aks (ÇAVA) ve spinokranial açı (SKA) ölçümleri yapıldı.

Bulgular: SDG ve MRG'de ölçülen SVA istatistiksel anlamlı farklılık göstermedi (sırasıyla $20,83 \pm 8,91$ ve $19,6 \pm 7,91$, $p=0,309$). Yine TGA değerleri SDG ve MRG'de farklı bulunmadı ($74,55 \pm 9,57$ ve $73,85 \pm 10,6$, $p=0,331$). Diğer tüm parametreler MRG'de SDG ölçümlerinden anlamlı farklıydı.

T1 eğimi ile C2-7 SL açısı, TGA ile C7E ve ÇAVA ile C2-C7 SL arasında hem SDG'de hem de MRG'de anlamlı pozitif, TGA ile SKA arasında anlamlı negatif yönlü bir bağlantı olduğu görüldü.

Sonuç: Bu çalışmada sadece SVA'nın ve TGA'nın değerlendirmesinde MRG'nin güvenle kullanılabilceği görüldü. Diğer parametrelerin ölçümünde MRG kullanımının anlamlı bilgi vermeyeceği düşünüldü.

Anahtar kelimeler: Servikal sagittal denge, sagittal vertikal aks, C0-C2 eğimi, C2-C7 servikal lordoz, C7 eğimi, T1 eğimi, torasik giriş açısı, çene alın vertikal aks, spinokranial açı

ABSTRACT

Purpose: Changes in cervical sagittal alignment are known to be clinically significant. In this study, we aimed to compare sagittal cervical parameter measurements performed on lateral cervical radiography and cervical MRI.

Materials and Methods: Cervical radiography and MRI scans performed in our hospital were scanned retrospectively. A total of 78 patients over the age of 18 who had Standardized Posture Graphy (SPG) and MRI scans were included in the study.

Sagittal Vertical Axis (SVA), C0-C2 Slope, C2-C7 Cervical Lordosis Angle (CL), C7 Slope (C7 E), T1 Slope (T1 E), Thoracic Inlet Angle (TIA), Chin–Brow Vertical Angle (CBVA), and, Spinocranial angle (SCA) were measured in each patient's imaging.

Findings:

SVA values, measured on SPG and MRI, didn't show statistically significant differences (20.83 ± 8.91 and 19.6 ± 7.91 , respectively, $p=0.309$). Also, we didn't observe any statistically significant differences between TIA values of SDG and MRI (74.55 ± 9.57 and 73.85 ± 10.6 , $p=0.331$). All other parameters were statistically significant between experimental groups.

We observed a significant positive correlation between the T1 slope and C2-7 CL angle, TIA and C7 slope, and, CBVA and C2-C7 CL in both SPG and MRI; and, a significant negative correlation between TIA and SCA.

Results:

In this study, we have demonstrated that MRI can be used safely only in the evaluation of SVA and TIA. The usage of MRI in the measurement of other parameters would not provide meaningful results.

Keywords:

Cervical sagittal balance, Sagittal Vertical Axis, C0-C2 Slope, C2-C7 Cervical Lordosis, C7 Slope, T1 Slope, Thoracic Inlet Angle, Chin–Brow Vertical Angle, and, Spinocranial angle

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Servikal omurga komplike bir yapıya sahiptir. Omurganın diğer kısımlarına nazaran en geniş hareket aralığına izin verir, başın kütesini de destekler. (1)

Servikal sagittal dizilimdeki değişimler tüm spinal seviyeleri etkileyen uyum mekanizmalarının gelişmesine ve buna bağlı boyun ağrısı, servikal disk dejenerasyonu, servikal kifoz/ lordoz, miyelopati gibi klinik sonuçların görülmesine neden olabilir. Bu nedenle servikal spinal cerrahilerde sagittal dizilimi korumak veya düzeltmek önemli bir hedef olmalıdır. (2,3)

Servikal sagittal dizilimi değerlendirmek için kullanılan parametreler ayakta standart komutlarla çekilen sagittal servikal grafi ile ölçülür. Ancak grafilerde omuz ve toraks gölgesi sebebi ile çoğu hastada T1 eğimi gibi önemli servikal parametreler değerlendirilemeyebilir. (4) Hem hastaların X ışını almasını engellemek, hem de grafinin bu kısıtlamalarından kurtulmak amacı ile servikal sagittal parametrelerin MRG'de ölçülmesi bir alternatif olarak düşünülmüştür. Bu düşünce ile yatar pozisyonda çekilen servikal MRG ile ayakta çekilen grafilerde servikal sagittal parametrelerin aynı olup olmadığını değerlendirilen çalışmalar yapılmıştır. Ancak bu çalışmalarda birbirinden farklı sonuçlar bildirilmiş ve net bir kaniya varılamamıştır. (2,5)

Bu çalışmada lateral servikal grafi ve servikal MRG'de ölçülen sagittal servikal parametrelerin uyumlu olup olmadığını değerlendirmeyi amaçladık. Ölçümlerin uyumlu bulunmasının sagittal parametre ölçümü için direkt grafi çekilmesini ve bu sayede hastaların gereksiz radyasyon almasını önleyebileceği düşünüldü.

2.GENEL BİLGİLER

2.1.TARİHÇE

Sagittal omurga hizalaması kavramı 2000'li yıllardan bu yana torakolomber omurgada kapsamlı bir şekilde çalışılmış ve 2010'dan itibaren servikal omurgada da değerlendirilmeye başlanmış, servikal omurga dizilimi kavramı, özellikle omurga deformitesi araştırmaları alanında ilgi kazanmıştır. İlk çalışmalar sagittal dizilim ile servikal miyelopatinin cerrahi tedavisinin sonuçları arasındaki korelasyonlara odaklanmıştır. (6,7)

Bu amaçla çok farklı dizilim parametresi tanımlanmış ve kullanılması önerilmiştir. Bazı parametrelerinin ölçüm yöntemleri ve tanımlanma tarihleri Tablo 1 de gösterilmiştir. (8)

Tablo 1: Bazı servikal sagittal dizilim ölçüm parametreleri (8)

PARAMETRE	ÖLÇÜM YÖNTEMİ	ÇALIŞMA
T1 eğimi	Yatay bir çizgi ile T1UEP arasındaki açı	Knott ve ark. (2010)
Kranioservikal açı	Çizginin C7 merkezinden sert damağın arka köşesine ve McGregor çizgisine kadar olan açısı	Protosaltis ve ark. (2017)
C2 eğimi	C2'nin alt uç plakası ile yatay düzlem arasındaki açı	Protosaltis ve ark. (2019)
Servikal eğim	T1UEP merkezinden dikey çizgi ile T1UEP merkezinden densin ucuna kadar olan çizgi arasında oluşan açı	Lee ve ark. (2012)
Kranial insidans	McGregor çizgisine dik çizginin merkezi ile McGregor çizgisinin ortasını <i>sella turcica</i> 'ya birleştiren çizgi arasındaki açı	Le Huec ve diğerleri (2015)

2.2.SERVİKAL BİYOMEKANİK

Servikal omurga 6 derece hareket serbestliğine sahip, ağırlık taşıyan mekanik bir yapıdır. Servikal omurganın temel hareketleri fleksiyon/ ekstansiyon, aksel rotasyon ve lateral bükülmenin yanı sıra kartezyen koordinatlar boyunca az miktarda birleşik anterior/posterior translasyon hareketlerini içerir. Servikal omurga nötr bölge içinde hareket ederken kas gücüne gereksinimi çok azdır, bu nedenle paraspinal kasların enerji tüketimi çok düşüktür. (3)

Servikal omurga öncelikle başın vücut üzerindeki konumundan ve yatay bakış seviyesinden sorumludur. Başın sagittal düzlemdeki kütle merkezi doğrudan oksipital kondilin üzerinde, dış kulak yolunun yaklaşık 1 cm üstünde ve önünde yer alır ve kafa kütlelerinin normal hizalanmasından herhangi bir sapma, konsol yüklerinde artışa neden olur, bu durum kasların enerji tüketimini de artırır. (9)

Servikal omurganın biyomekanik özelliklerini belirleyen birkaç temel fiziksel parametre vardır. Bunlar kütle (m), kuvvet (F), standart yerçekimi (g), moment kolu (L), bükülme momentleri (M) ve anlık dönme eksenini (IAR) içerir. Dik pozisyonda baş, servikal omurgaya $F = m \times g$ büyüklüğünde bir yerçekimi kuvveti uygular. Bu yerçekimi kuvveti daha

sonra, IAR olarak da bilinen, dönme dayanak noktası etrafında ileri bir bükülme momenti M oluşturur. Bükülme momentinin büyüklüğü $M = F \times L$ ile hesaplanır; burada L, IAR ile ağırlık merkezi çizgisi arasındaki mesafedir. (3)

Servikal omurga stabilitesi, servikal omurganın kemik anatomisinin 3 ana sütuna (1 ön ve 2 arka) bölünmesiyle tanımlanmıştır; bu ilk olarak Louis tarafından önerilmiş ve Pal ve Sherk (83) tarafından yaygınlaştırılmıştır. Ön kolon omur gövdeleri ve disklerden oluşurken arkadaki 2 kolon eklemli faset eklemlerden oluşur. (9,10,11)

Torakolomber omurganın Denis sütun sınıflandırmasında ise ön kolon, anterior longitudinal ligaman, ön anulus fibrozus ve omur cisminin ön kısmından, orta kolon posterior longitudinal ligaman, posterior anulus fibrozus ve omur cisminin arka yarısından, arka kolon ise posterior ark ve ligaman kompleksinden oluşur. (12)

Servikal omurgada başın ağırlığı kondil yoluyla C1'in lateral kitlelerine ve ardından C1-2 faset eklemine taşınır. Bu yük daha sonra C2 eklem sütunları aracılığıyla ön kolona (C2-3 diskini içerir) ve arka kolona (C2-3 fasetlerini içerir) bölünür. Servikal omurganın yük dağılımı esas olarak arka kolonlarda olup %36'sı ön kolonda ve %64'ü 2 arka kolondadır. (3,9) Subaksiyal servikal bölgedeki faset eklemler aksiyal yükün yaklaşık 2/3'ünü taşıırken, geri kalan 1/3'ü intervertebral diskler yoluyla iletilir. (3)

Normal hizalanmış lordotik servikal omurgada, arka gerilim bandı ve paraspinal kaslar, başın ağırlığının yarattığı öne doğru eğilme hareketini dengeler ve böylece doğal servikal hizalamayı korur. (3)

2. 3. SERVİKAL SAGİTAL DENGE

Servikal omurga omurganın geri kalanına göre en geniş hareket aralığına izin verdiği için oldukça karmaşık bir bölümdür. (1,9) Servikal omurganın temel işlevleri, kafatasından gelen aksiyal yükü iletmek, yatay bakışı sürdürmek, normal baş - boyun hareketine izin vermek ve omurilik, sinir kökleri ve vertebral arterler gibi önemli nörovasküler yapıları korumaktır. (3)

Sagittal hizalama, duruşun korunmasını sağlar. Zayıf sagittal hizalamaya sahip hastalar subaksiyal segmentlerin hiperlordozu da dahil olmak üzere servikal omurgayı etkileyen ağırlı kompensatuvar mekanizmalar geliştirir. (1,3) Servikal omurga deformiteleri ağrıya, miyelopatiye, radikülopatiye, duyu-motor bozukluklarına, ayrıca ciddi vakalarda yatay bakışı sürdürmemeye neden olarak hastanın HRQOL skoru üzerinde olumsuz etkilere neden olur.

(1,3,9) Ayrıca, servikal omurgada, yatay bakışı korumak için telafi edici değişiklikler meydana geldiğinden, global spinal hizalama ve pelvik eğim de etkilenir. (9)

Sagittal dengesizlik, vücudun kütle merkezini ileri doğru iten herhangi bir durumdan kaynaklanabilir. Konjenital, dejeneratif, travmatik ve iyatrojenik olmak üzere birçok farklı etioloji mevcuttur. (13) Ameliyatsız veya ameliyatla tedavi edilen omurga travması, özellikle torakolomber bileşke (kifozdan lordoza nispeten nötr bir geçiş bölgesi) tutulumuyla birlikte, omurga dengesinde kronik değişikliklere neden olabilir. Omur cisimlerinde kifotik deformiteye yol açan kompresyon kırıkları buna tipik bir örnektir. Disklerin dejeneratif hastalığı, ilgili segmentlerde hareket kaybına neden olur, bu da omurganın diğer bölgelerinde aşırı strese yol açar ve kronik sagittal denge kaybı gelişebilir. Romatoid artrit veya ankilozan spondilit gibi omurgada dejeneratif veya sabit değişikliklere neden olan hastalıklar da bu duruma neden olabilir. (14)

Servikal omurga deformitesi cerrahisinin genel hedefleri arasında deformitenin düzeltilmesi, yatay bakışın sağlanması, nöral elemanların gerektiği şekilde dekompresyonu, cerrahi düzeltmeyi ve omurga hizalamasını korumak için rijit artrodez yapılması ve tüm bu işlemler sırasında komplikasyonların önlenmesi bulunur.

Spesifik cerrahi teknikler arasında anterior servikal diskektomi ve füzyon, anterior servikal korpektomi, anterior osteotomi, Smith-Petersen osteotomisi, pedikül çıkarma osteotomisi veya bu tekniklerin herhangi bir kombinasyonu yer alır. (1,3,9,13) Hangi spesifik cerrahi yaklaşımın kullanıldığına bakılmaksızın, omurga biyomekaniğinin sağlam bir şekilde anlaşılması, kapsamlı bir ameliyat öncesi nörolojik muayene, ameliyat öncesi görüntülerin ayrıntılı bir şekilde incelenmesi, dikkatli cerrahi planlama ve titiz cerrahi teknikler, servikal deformitenin düzeltilmesinde en iyi klinik sonucun alınması için gereklidir. (3,13)

2. 4. SERVİKAL GRAFİ ÖLÇÜM TEKNİĞİ

Servikal omurganın lateral projeksiyonu için travma dışı hastaların çekiminde hasta ayakta dururken yan pozisyonda, hastanın omzu kaset tutucuya dayanacak şekilde konumlandırılır. Orta koronal düzlemi (mastoid uçlarından geçen düzlem) kasetin orta çizgisine ortalanır ve omuzları aynı yatay düzlemde uzanacak şekilde ayarlanır. Hastadan üst servikal omurganın alt çene tarafından üst üste binmesini önlemek için çenesini hafifçe kaldırmasını istenir. Çekim öncesinde son adım olarak, hastanın rahatlaması ve omuzlarını mümkün olduğunca aşağıya ve öne indirmesi sağlanır. Merkezi ışın kasete dik olmalı ve yatay olarak C4'e (tiroid kıkırdağının üst kenarı seviyesi) yönlendirilmelidir. (15)

2. 5. TANIMLAMALAR

2. 5. 1. Servikal Lordoz

Servikal omurgada sagittal hizalamayı temsil etmek için SL kullanılmıştır. SL vücut pozisyonları ve duruştan büyük ölçüde etkilenir ve bazı durumlarda servikal hizalamanın gerçek durumunu yansıtamaz. (16) Yatay bakışı sürdürmek için artan torasik kifoz ve azalan lomber lordoz telafi edici bir mekanizma olarak yaşla birlikte daha sık görülmektedir. (9,16)

Bagnall ve ark. 1977'de 9,5 haftalık gebelikte fetüslerin %83'ünde SL, %11'inde askeri konfigürasyon ve yalnızca %6'sında servikal kifoz bulunduğunu bildirmiştir. Bu sonuçtan yola çıkarak yazarlar, fetüslerin %94'ünün 9,5 haftalık gebelikten itibaren servikal kavis oluşturmak için arka servikal kaslarını kullanmaya başladıkları sonucuna varmıştır. (5,9) Bu bulgu, SL'nin doğumdan önce bile oluşmaya başladığı ve bebek oturarak başının ağırlığını desteklemeyi öğrendikçe daha fazla SL geliştiği, ayakta durduktan, yürüdükten sonra daha da arttığı teorisini desteklemektedir. (3)

Yapılan çalışmalarda ortalama SL yaklaşık 20-40° arasında bildirilmiştir. (9,17) Gore ve ark. tarafından 1986'da yapılan bir çalışmaya göre farklı yaş gruplarındaki ortalama SL değerleri Tablo 2'de verilmiştir. (9)

Tablo 2: Farklı yaş gruplarında normal servikal lordoz değerleri

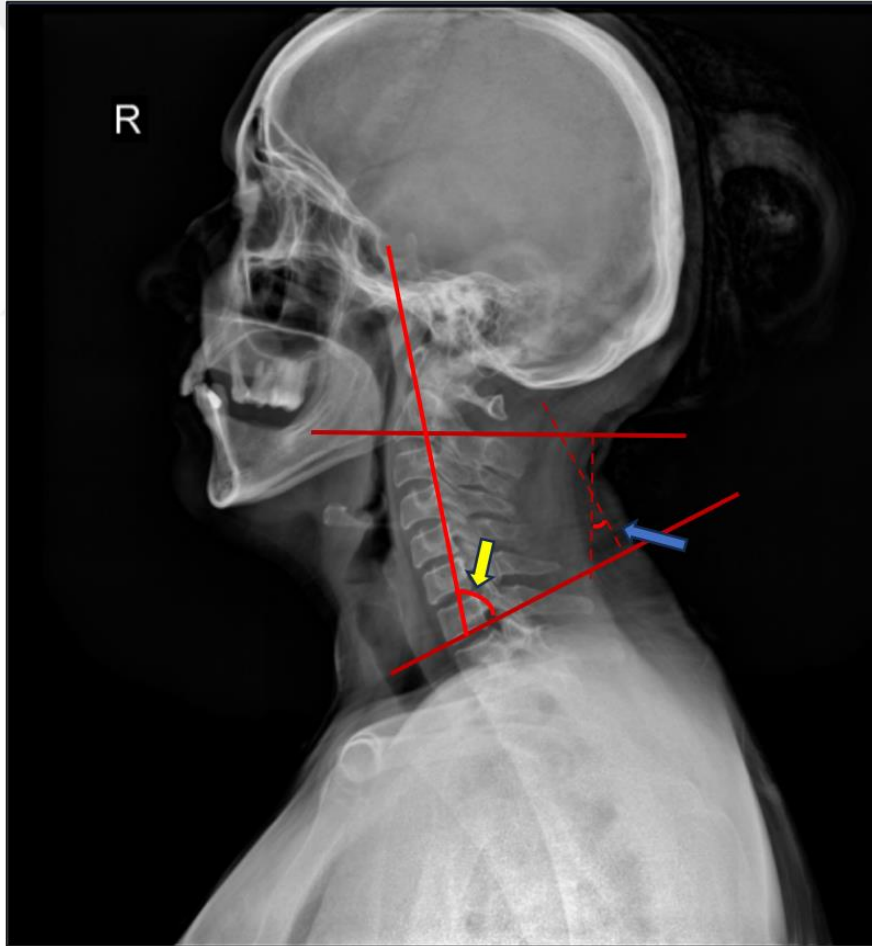
YAŞ	ERKEK	KADIN
20-25	16±16	15±10
30-35	21±14	16±16
40-45	27±14	23±17
50-55	22±15	25±11
60-65	22±13	25±16

Servikal lordozu değerlendirmenin 3 ana yöntemi Cobb açısı ölçümü, Harrison posterior tanjant yöntemi ve Jackson fizyolojik stres çizgilerinin ölçümüdür. (1,9) Cobb açısı yöntemi lateral servikal grafi üzerinde çizilen 4 doğrunun ölçümü ile yapılır: İlk doğru C2'nin alt son plağına paralel olarak ya da C1'in ön tüberkülünden spinöz çıkıntının arka kenarına doğru çizilir. İkinci doğru C7'nin alt son plağına paralel çizilir. Bu iki doğrunun her birinden dik doğrular alınır ve bu iki dik doğrunun kesiştiği nokta arasındaki açı SL açısını verir. (1,9)

Harrison posterior tanjant yöntemi, C2-C7 arasındaki tüm omur cisimlerinin arka yüzeylerine paralel doğrular çizilmesini ve ardından genel SL açısı için segmental açıların toplamasını içerir.(1,9)

Son olarak Jackson fizyolojik stres çizgileri yöntemi, C7 ve C2 omur cisimlerinin arka yüzeyine paralel çizgiler çizilmesi ve aralarındaki açının ölçülmesi ile bulunur. (1,9,18)

Cobb C1-C7 açısının C2-C7 açısına göre SL'yi belirlemede daha etkin olduğu, bu üç yöntem içerisinde Harrison posterior tanjant yönteminin SL'un belirlenmesinde en etkili yöntem olduğu öne sürülmüştür. (12) Ancak C2-C7 Cobb yöntemi, kullanım kolaylığı ve ölçüm hatasının daha az olması nedeniyle SL belirlenmesinde en sık kullanılan yöntem olmayı sürdürmektedir. (17,19) Bu yöntem resim 1 de şematize edilmiştir.



Resim 1: Servikal lordoz açısı ve spinokraniyal açı ölçümleri (Not: Sarı ok SCA'yı, mavi ok SL açısını göstermektedir)

2. 5. 2. Sagital Vertikal Aks

Servikal omurganın bölgesel sagital hizalaması genellikle C2-7 sagital vertikal aks (SVA) ile ölçülür ve bunun yaşam kalitesiyle zayıf da olsa ilişkili olduğu gösterilmiştir. (3) Birkaç farklı ölçüm yöntemi vardır: Servikal SVA (C2 SVA), C2'nin (veya densin) merkezinden düşen bir çekül çizgisi ile C7'nin arka üst köşesi arasındaki mesafe kullanılarak bölgesel olarak da tanımlanabilir. (1,18) Bu ölçüm Resim 2'de gösterilmiştir.

Küresel SVA için C7 SVA'ya ek olarak önerilen bir diğer seçenek ise yerçekimi hattıdır. Bu, C7 SVA ile aynı şekilde ölçülür, ancak çekül hattı kafanın ağırlık merkezinden çizilir. (1) Yan radyografilerde, başın ağırlık merkezi, çekül hattının başlangıç noktası olarak dış kulak yolunun ön kısmı kullanılarak yaklaşık olarak tahmin edilebilir. (3)

Park ve ark. C2-7 SVA'yı 80 asemptomatik hastada ortalama 4,74 mm bulmuştur. (20) Iyer ve ark. ise 120 asemptomatik hastada EOS görüntüleme sisteminden elde edilen dik radyografilerde ortalama 21,3 mm olarak bildirmiştir. (21) Tang ve ark., çok seviyeli posterior servikal füzyon uygulanan 113 hastayı retrospektif olarak incelemiş ve C2-7 SVA'nın 40 mm'nin üstünde olmasının artan morbidite ile korelasyon gösterdiğini saptamıştır. (22) Biyomekanik açıdan bakıldığında, artmış C2-7 SVA, servikal omurganın fleksiyon eğilme momentini artırır ve buna sekonder olarak başı dik tutmak için gereken kas enerjisi de artar. (3)

Yüksek C2 SVA daha düşük HRQOL ile ilişkili bulunmuştur ve bu nedenle C2 çekül hattı, klinik açıdan daha önemlidir. (1,22) Yine de artan C2-7 SVA ile artan morbidite arasındaki korelasyonu kesin olarak gösteren düzey 1 kanıt henüz yoktur. C2-7 SVA'nın servikal omurga deformitesindeki önemini açıklığa kavuşturmak için bu konu üzerinde daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. (3)

2. 5. 3. Torasik Giriş Açısı

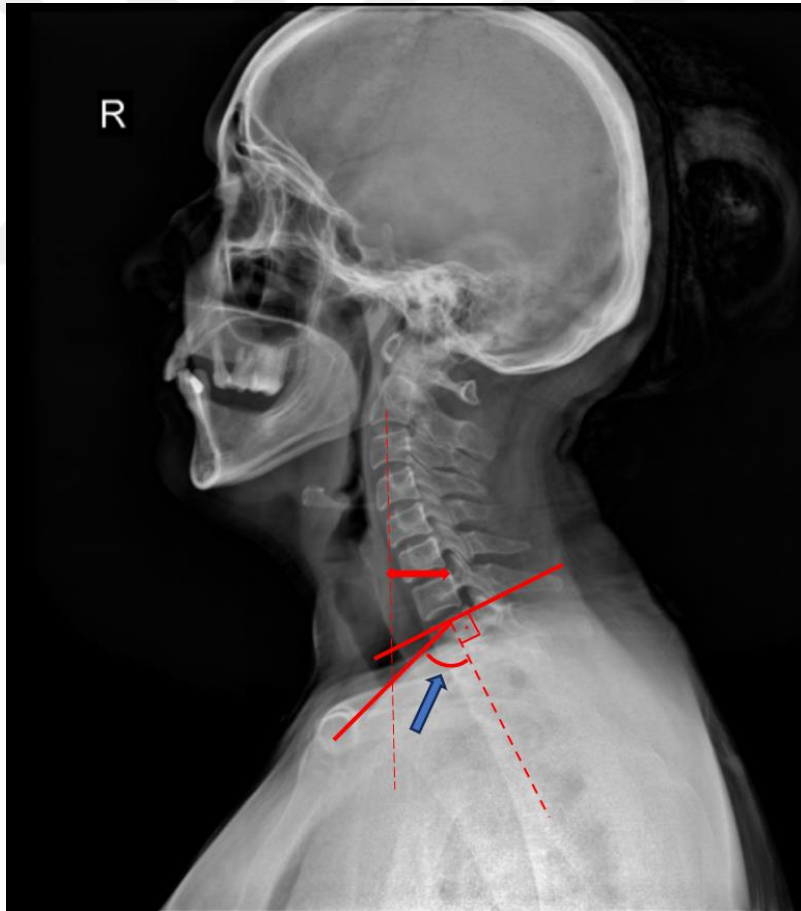
Lee ve ark. 2012'de 77 asemptomatik yetişkinin yan grafilerini incelemiş ve TGA kavramını ortaya atmıştır. Bu kavram lumbosakral bölgedeki temel pelvik parametrelere benzemektedir. (9) TGA, sternumu T1UEP'nin ortasına bağlayan doğru ile T1UEP'ye dik olan doğrunun oluşturduğu açıdır. (1,3,16,18) Ölçüm yöntemi Resim 2'de gösterilmiştir.

Lee ve ark. göğüs girişinin sternum, T1 kaburgalar ve T1 omur cismi arasındaki eklemler sonucu nispeten hareketsiz olması nedeniyle TGA'nın sabit, morfolojik bir parametre olduğunu öne sürmüştür. (23) Ancak Janusz ve ark. 60 hastayı inceledikten sonra

TGA değerinin servikal omurganın pozisyonuna (nötr, fleksiyona karşı ekstansiyon) değiştiğini saptamıştır (24).

Lee ve ark. TGA ile kranial ofset ve kranioservikal dizilim arasında önemli korelasyonlar bildirmiştir. Yazarlar ayrıca küçük bir TGA'nın, fizyolojik boyun eğimini korumak için küçük bir T1 eğimi ve küçük SL açısı oluşturduğunu ve bunun tersinin de geçerli olduğunu gözlemişlerdir. (23)

“TGA = T1E (yatay düzlem ile T1 son plağı arasındaki açı) + boyun eğimi” şeklinde bir ilişki mevcuttur. Bu, pelvik insidansın sakral eğim ile pelvik eğimin toplamına eşit olduğu lomber omurgadaki denkleme benzer. Bu nedenle TGA ve T1E, sagittal dengeyi değerlendirmek, fizyolojik dizilimi tahmin etmek ve servikal omurganın deformitesinin düzeltilmesine rehberlik etmek için parametre olarak kullanılabilir. (1)



Resim 2: Sagittal vertikal aks ve torasik giriş açısı ölçümleri (Not: kırmızı ok ile gösterilen mesafe servikal vertikal aks; mavi ok ile gösterilen açı torasik giriş açısıdır.)

2. 5. 4. T1 Eğimi

T1 eğim genel sagittal dengenin değerlendirilmesinde faydalı bir ölçümdür. (1,25) T1UEP'in horizontal düzlemle yaptığı açıdır.(18) Bu ölçüm Resim 3'te gösterilmiştir. Knott ve ark.ı 2010'da T1E'nin servikal omurgadan lumbopelvik hizalamaya kadar omurganın genel sagittal dengesini öngörmek için önemli bir parametre olduğunu bildirmiştir. (8,25) Lee ve ark. 2012'de TGA, boyun eğimi, T1E, kranyal eğim ve servikal eğim vb. dahil olmak üzere yenilikçi bir torasik giriş hizalama ölçümü yayınlamıştır. (8,23)

T1 eğimi, başı dengeli bir pozisyonda tutmak için gereken subaksiyel lordoz miktarını belirler; SVA ve doğal üst torasik kifoz ile ölçülen global omurga hizalamasına bağlı olarak değişir. (1) Skolyozlu hastalarda, genel sagittal hizalamanın bir ölçüsünü sağlamak için kullanılan C2 odontoid çekül hattından ölçülen SVA ile T1E'in doğrudan ilişkili olduğu gösterilmiştir. (1,25) T1E ile servikal lordoz arasındaki ilişki, pelvik insidans ve lomber lordoz arasındaki ilişkiye benzerdir. Daha büyük bir pelvik insidansın daha büyük lomber lordozla yol açması gibi, daha büyük bir T1E daha büyük bir SL'a neden olur. (9) Küçük bir TGA, düşük bir T1E sağlar ve bu nedenle, başın torasik giriş ve gövde üzerinde dengelenmesi için daha az SL gerekir. Tersine, büyük bir TGA, daha büyük bir T1E verir, böylece başın torasik giriş ve gövde üzerinde dengelenmesi için daha büyük bir SL gerekir. (9)

Knott ve ark., 52 hastadan oluşan bir seride T1E $>25^\circ$ olduğunda tüm hastaların en az +10 cm C7-S1 SVA'ya sahip olduğunu göstermiştir. (25) Oe ve ark. ise C2-C7 SVA > 40 mm, T1E $> 40^\circ$ ve T1E-SL $> 20^\circ$ ise hastaların daha kötü HRQOL skorlarına sahip olduğunu bildirmiştir. (26) Ortalama servikal sagittal segmental eğimleri için Hardacker ve ark.nın 1997 yılında yaptığı çalışmanın sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. (9)

2. 5 . 5. Çene Alın Vertikal Aks

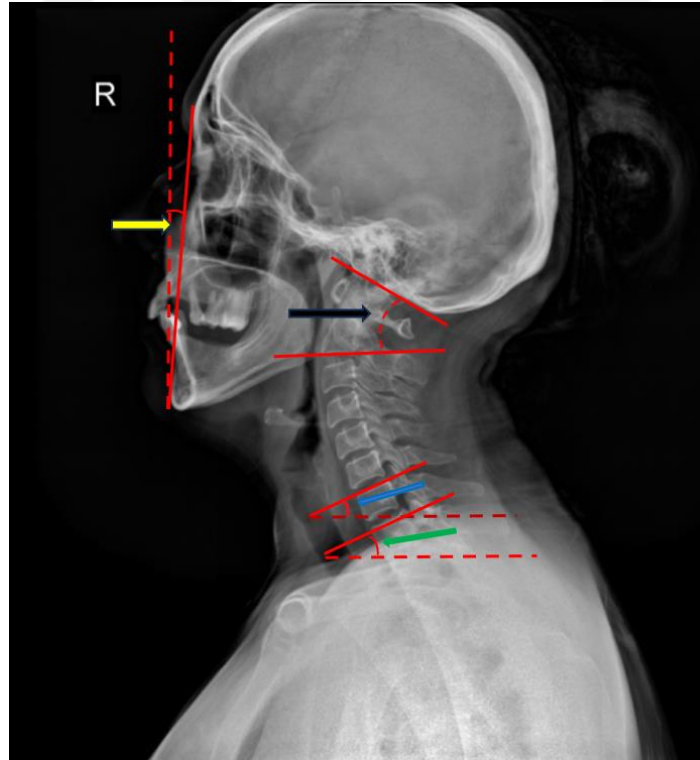
Çene alın vertikal aks (ÇAVA) yatay bakışın değerlendirmesidir. Yatay bakış kaybının günlük yaşam aktiviteleri ve yaşam kalitesi üzerinde önemli bir etkisi olduğundan, bu ölçüm özellikle şiddetli, sert, servikal kifotik deformitelerin tedavisinde faydalıdır. (1) ÇAVA, hastanın çenesinden kaşına çizilen doğru ile dikey eksen arasındaki açıya denir. (18) Resim 3'te ölçüm yöntemi gösterilmiştir. Ameliyat öncesi ve sonrası yatay bakışın değerlendirilmesinde kullanışlı bir ölçektir. ÇAVA'nın düzeltilmesi; daha iyi bakış, yürüme ve günlük yaşam aktiviteleri gibi olumlu postoperatif sonuçlarla ilişkilidir. (1,9)

2. 5. 6. C7 Eğimi

C7 eğimi (C7E), ilgili omur cisminin üst son plağı ile horizontal hat arasındaki açının ölçülmesiyle elde edilir .(4,18) Resim 3'te ölçüm şekli gösterilmiştir.

Tablo 3: Asemptomatik Erişkinlerde Normal Servikal Segmental Açılar

DÜZEY	AÇI
C0-C1	-2,1±5,0
C1-C2	32,2±7,0
C2-C3	1,9±5,2
C3-C4	1,5±5,0
C4-C5	0,6±4,4
C5-C6	1,1±5,1
C6-C7	4,5±4,3
C2-C7	9,6
Toplam (C1-C7)	41,8



Resim 3: Çene alın vertikal açısı, C0-C2 açısı, C7E ve T1E ölçümleri (Not: Yeşil ok T1E, mavi ok C7E, siyah ok C0-C2 açısı, sarı ok çene alın vertikal açısı ölçümleri)

2. 5. 7. C0-C2 Açısı

Mc Gregor çizgisi ile C2'nin alt yüzeyinden geçen çizgi arasındaki açıdır. (18) Resim 3'te şematize edilmiştir.

2. 5. 8. Spinokranial Açısı

Torakolomber omurganın spinosakral açısına benzer servikal eğriliklerin içsel bir ölçümünü elde etmek için spinokranial açı (SKA) tanımlanmıştır. C7E ile C7 son plağının ortasını *sella turcica*'nın ortası ile birleştiren düz çizgi arasındaki açı olarak tanımlanır. (18) Bu açı, *sella turcica*'nın ve servikal omurganın tabanının analizine izin verir. Asemptomatik hastalarda kas enerjisi kullanımı açısından ideal sagittal dengesi, 83 ± 9 sabit bir SKA olarak tanımlanmıştır. (27)

2. 6. SERVİKAL DEFORMİTE

Servikal omurga deformitesi hem sagittal hem de koronal düzlemde meydana gelir. Sagittal düzlem deformiteleri cerrahi olarak düzeltildiğinde, koroner düzlemdeki deformitelere göre daha iyi klinik sonuçlar elde edildiği görülmüştür. (8,28) Servikal omurga deformiteleri primer ve sekonder olarak sınıflanabilir. Primer deformiteler sıklıkla konjenitaldir, sagittal düzlemdeki sekonder servikal deformite ise iyatrojenik nedenlerden veya ankilozan spondilitten kaynaklanır. (29,30)

Sagittal hizalama, duruşun sürdürülmesine etki eder ve kötü sagittal dizilimi olan hastalar genellikle subaksiyal segmentlerin hiperlordozu da dahil olmak üzere servikal omurgayı etkileyen potansiyel olarak ağırlı kompensasyon mekanizmaları geliştirir. (9)

2. 6. 1. Servikal Kifoz

Servikal kifoz en yaygın servikal omurga deformitesidir ve genellikle postlaminektomi kifozu gibi iyatrojenik nedenlerle ortaya çıkar. (9,31) Servikal kifoz baş ve boynun öne doğru kaymasıyla ortaya çıkar, bu da deformitenin daha da ilerlemesine yol açar. (9) Omurilik, deformiteye bağlı sıkışabilir, miyelopati, yatay bakış kaybı ve disfaji dahil olmak üzere önemli sonuçlar gelişebilir. Cerrahinin temel hedefleri; nöral dokuları sıkıştıran deformiteyi düzeltmek, dekompresyon yapmak, sagittal dizilimi geri kazandırmak ve omurgayı stabilize etmektir. (3,9)

Literatürde lordoz ve kifozun radyografik parametrelerinde değişiklikler bildirilse de, postoperatif olarak elde edilecek optimal bir servikal lordoz derecesi tanımlanmamıştır.

Servikal kifozu mümkün olduğunca nötre yakın bir şekilde düzeltmek kabul edilen kural haline gelmiştir. (32)

2. 6. 2. Komşu Segment Hastalığı

Komşu segment hastalığı, omurganın önceki bir artrodezinin (üst veya alt seviyelerde) bitişik bir hareket segmentinde bozulma sonucu yeni radikülopati veya miyelopati gelişmesi olarak tanımlanmıştır. (33) Komşu segment hastalığının patogenezi konusundaki tartışmalara rağmen, bu çalışmaların tümü, servikal artrodeze bitişik hareket segmentlerinin disk dejenerasyonuna yol açan artan yüklenme ve aşırı hareket sonucu geliştiği yönündedir (9)

Servikal omurganın kifotik deformitesi, yükün büyük bir kısmını arka sütunlardan ön sütuna kaydırma eğilimindedir. Bu durum bitişik segment mekanik yükünü potansiyel olarak artırabilir ve komşu segment hastalığının gelişimine katkıda bulunabilir. (9)

2. 6. 3. Myelopati

Servikal spondilotik miyelopati, 55 yaşın üzerindeki hastalarda omurilik disfonksiyonunun en yaygın nedenidir.(3,34) Myelopatinin klinik bulguları çok değişkendir. İlgili servikal seviyelere ve nöral kompresyon derecesine bağlı olarak çok çeşitli belirti ve bulgular görülebilir. Bununla birlikte, motor ve duysal işlev bozukluğu en yaygın şikayetlerdir. Genellikle önce bacaklar etkilenir. (9,35).

Servikal myelopatinin patofizyolojisi disklerdeki dejeneratif değişikliklerin osteofit oluşumuna yol açtığı çok seviyeli spondilozun bir sonucu olarak tanımlanmıştır. (35) Osteofitler, ligaman ve faset hipertrofisi ile birlikte servikal spinal stenoza katkıda bulunur ve sonunda omuriliği sıkıştırır. Uzun süreli darlık ve bası demiyelinizasyona, sonunda gri ve ak maddenin nekrozuna neden olabilir. (9,36) Ayrıca, mekanik basının önemli olumsuz anjiyojenik etkileri vardır. Omuriliğin üstündeki küçük besleyici kan damarları giderek düzleşir ve bu da kan akışının azalmasına neden olur. (37)

İlerleyici servikal kifozun miyelopati ile ilişkili olduğu çeşitli çalışmalarda belirtilmiştir. Kifoz açısı arttıkça, özellikle doğrudan mekanik basıya maruz kalan omurilik ön kısmında değişiklikler görülür. (22,37) Servikal miyelopatiye yönelik cerrahi değerlendirmede, miyelopati etiyojisini ve progresyonunu etkilediği için servikal omurganın sagittal dizilimi de dikkate alınmalıdır. (1,9) Tek başına dekompresyon, hatta kifozun neden olduğu omurilik gerginliğini azaltmayan önden yapılan dekompresyon bile optimal sonuçları sağlayamaz. (1,9,37) Sagittal dizilimde düzelme sağlamadan yapılan servikal miyelopati

tedavisi, servikal omurga deformitesinin en yaygın etiolojisi olan postlaminektomi kifozu gelişmesine yol açabilir. (1,9)

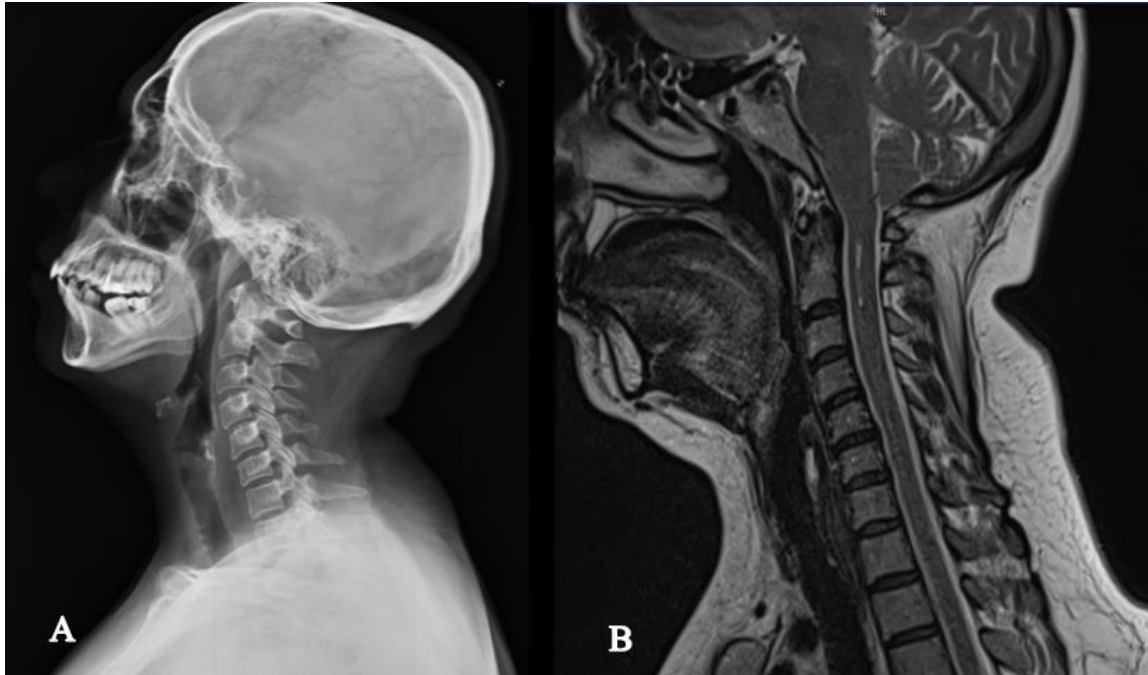
3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız SBU Bağcılar Eğitim Araştırma Hastanesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından değerlendirilmiş, 22/09/2023 tarihinde 2023/09/07/050 karar numarası ile onay almıştır.

Hastanemizde 2023 yılında yapılan SDG ve servikal MRG incelemeleri geriye dönük olarak tarandı. Her iki incelemesi olan ve çekimleri arasında en fazla 3 aylık süre farkı bulunan 18 yaş üzeri, boyun ve üst ekstremitte ağrıları olan hafif semptomatik hastalar çalışmaya dahil edildi. SDG ya da servikal MRG’de sternum, T1 omur cismi, sella *turcica*, yüz gibi ölçüm yapılacak olan hedef noktaları net ayırt edilemeyen hastalar çalışma dışı bırakıldı. Her görüntülemelerde SVA, C0-C2 eğimi, C2-C7 SL, C7E, T1E, TGA, ÇAVA, SKA ölçümleri yapıldı.

Toplam 78 hasta çalışmaya dahil edildi.

Kullanılan görüntüleme yöntemlerinin örneği Resim 4’te sunulmuştur.



Resim 4: Aynı hastaya ait standart servikal grafi ve servikal MRG

3.1. İstatistiksel Analiz:

Araştırmada elde edilen veriler SPSS Statistics (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 25.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Sayısal veriler normal dağılım gösteriyorsa ortalama ve standart sapma, normal dağılım göstermiyorsa ortanca ve minimum ve maksimum değerleri ile verilmiştir. SDG ve MRG ile yapılan ölçümlerin karşılaştırılmasında normal dağılım gösteren veriler için eşli t testi, normal dağılım göstermeyen veriler için Wilcoxon signed rank test kullanılmıştır. Aynı yöntemle yapılan ölçümler arasındaki ilişkiyi test etmek için Pearson korelasyon analizi uygulanmıştır. P değeri 0,05'in altındaysa anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Düz grafi ve MRG ile yapılan tüm ölçümlerin değerleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4: Yapılan sagittal parametre ölçümlerinin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri

Parametre	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
SDG SVA	78	,00	40,00	20,8333	8,91725
SDG C0- C2	78	19,00	61,00	39,8205	8,80340
SDG SL	78	-10,00	51,00	21,1795	14,16209
SDG C7E	78	2,00	37,00	23,7564	6,99942
SDG T1E	78	3,00	41,00	26,2051	7,95010
SDG ÇAVA	78	-4,00	39,00	18,1538	7,44866
SDG TGA	78	43,00	103,00	74,5513	9,57221
SDG SKA	78	44,00	92,00	68,9872	9,48614
MRG SVA	78	3,00	58,00	19,6026	7,91569
MRG C0-C2	78	4,00	54,00	27,9615	9,07607
MRG SL	78	-23,00	39,00	2,1051	11,98786
MRG C7E	78	-11,00	31,00	14,7051	7,77627
MRG T1E	78	-3,00	34,00	18,8077	7,66178
MRG ÇAVA	78	-22,00	22,00	,9487	8,99047
MRG TGA	78	20,00	105,00	73,8590	11,57400
MRG_SKA	78	42,00	100,00	82,79	11,57

SVA değerleri; SDG’de ortalama $20,8 \pm 8,9$ mm, MRG’de ortalama $19,6 \pm 7,9$ mm olarak ölçüldü, aralarında anlamlı bir fark saptanmadı ($p=0,309$) (Tablo 5). Ayrıca TGA değerleri iki çekim tekniği arasında anlamlı farklılık göstermedi (SDG ve MRG için sırasıyla $74,55 \pm 9,57$ ve $73,85 \pm 10,6$ ($p=0,331$)). Diğer tüm parametreler iki çekim yönteminde anlamlı farklılık gösterdi (Tablo 5):

C0-C2 açısı SDG’de ortanca 40° (minimum-maksimum $19-61^\circ$); MRG’de ortalama $27,9^\circ \pm 9^\circ$ olarak hesaplandı ($p<0,001$). C2-C7 açısı SDG’de ortalama $21,1^\circ \pm 14,1$; MRG’de ortalama $2,1^\circ \pm 11,9^\circ$ idi ($p<0,001$). C7E SDG’de ortalama $23,7^\circ \pm 6,9^\circ$; MRG’de ortalama $14,7^\circ \pm 7,7^\circ$ olarak hesaplandı ($p<0,001$). T1E SDG’de ortanca $27,5^\circ$ (minimum-maksimum $3-41^\circ$); MRG’de ortalama $18,8^\circ \pm 7,6^\circ$ olarak bulundu ($p<0,001$). ÇAVA SDG’de ortalama $18,1^\circ \pm 7,4^\circ$; MRG’de ortalama $0,9^\circ \pm 8,9^\circ$ olarak saptandı ($p<0,001$). SKA SDG’de ortalama $68,9^\circ \pm 9,4^\circ$; MRG’de ortalama $73,8^\circ \pm 10,6^\circ$ olarak ölçüldü ($p=0,009$).

Tablo 5: Direkt grafi ve MRG ile yapılan ölçümlerin eşli karşılaştırılması

Parametre	SDG	MRG	Test değeri	p
SVA	20,83±8,91	19.6±7,91	1,025	0,309*
C0-C2	39,82±8,8	27,96±9,07	-7,033	<0,001 ^{&}
SL	21,17±14,16	2,1±11,98	10,157	<0,001*
C7E	23,75±6,99	14,7±7,77	8,808	<0,001*
T1E	26,2±7,95	18,8±7,66	-5,902	<0,001 ^{&}
ÇAVA	18,15±7,44	0,94±8,99	12,961	<0,001*
TGA	74,55±9,57	73,85±10,67	0,979	0,331*
SKA	68,98±9,48	82,79±11,57	6,576	<0,001 ^{&}

Normal dağılım gösteren veriler eşli t testi ile (*), normal dağılım göstermeyen veriler (&) Wilcoxon signed rank test ile karşılaştırılmıştır.

Standart çekilen SDG değişkenleri arasındaki ilişkiler incelendiğinde, SVA ile C0-C2 eğimi ($r=0.560$, $p<0.05$) ve SKA arasında ($r=0.372$, $p<0.05$) istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönlü ve C2-C7 SL ($r=-0.553$, $p<0.05$) ve ÇAVA arasında ($r=-0.451$, $p<0.05$) istatistiksel olarak anlamlı negatif yönlü ilişki saptandı (Tablo 6).

C0-C2 eğimi ile C2-C7 SL ($r=-0.590$, $p<0.05$) ve T1 E arasında ($r=-0.228$, $p<0.05$) istatistiksel olarak anlamlı negatif yönlü ilişki olduğu görüldü. C2-C7 SL ile C7 E ($r=0.581$, $p<0.05$), T1 E ($r=0.610$, $p<0.05$), ÇAVA ($r=0.340$, $p<0.05$) ve TGA arasında ($r=0.323$, $p<0.05$) istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönlü ve SKA arasında ($r=-0.803$, $p<0.05$) anlamlı negatif yönlü ilişki olduğu izlendi. C7E ile T1E ($r=0.886$, $p<0.05$) ve TGA arasında ($r=0.537$, $p<0.05$)

istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönlü ve SKA arasında ($r=-0.732$, $p<0.05$) anlamlı negatif yönlü ilişki olduğu saptandı.

T1E ile TGA arasında ($r=0.536$, $p<0.05$) istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönlü ve T1E ile SKA ($r=-0.730$, $p<0.05$), ÇAVA ile SKA ($r=-0.364$, $p<0.05$) ve TGA ile SKA arasında ($r=-0.372$, $p<0.05$) anlamlı negatif yönlü ilişki olduğu görüldü.

Tablo 6: SDG değişkenleri arasındaki ilişki

		SVA	C0-C2	C2-C7	C7 S	T1 S	ÇAVA	TGA	SKA
SVA	r	1.000	0.560	-0.553	0.069	-0.052	-0.451	0.069	0.372
	p	-	0.000*	0.000*	0.547	0.648	0.000*	0.548	0.001*
C0-C2	r		1.000	-0.590	-0.171	-0.228	0.065	-0.154	0.222
	p		-	0.000*	0.134	0.045*	0.571	0.178	0.051
C2-C7	r			1.000	0.581	0.610	0.340	0.323	-0.803
	p			-	0.000*	0.000*	0.002*	0.004*	0.000*
C7 E	r				1.000	0.886	-0.076	0.537	-0.732
	p				-	0.000*	0.510	0.000*	0.000*
T1 E	r					1.000	-0.024	0.536	-0.730
	p					-	0.833	0.000*	0.000*
ÇAVA	r						1.000	0.096	-0.364
	p						-	0.405	0.001*
TGA	r							1.000	-0.372
	p							-	0.001*
SKA	r								1.000
	p								-

MRG değişkenleri arasındaki ilişki incelendiğinde (Tablo 7), SVA ile C0-C2 eğimi ($r=0.371$, $p<0.05$), SVA ile C2-C7 SL ($r=0.280$, $p<0.05$) ve C0-C2 eğimi ile ÇAVA arasında ($r=0.282$, $p<0.05$) anlamlı pozitif yönlü ilişki olduğu izlendi.

C2-C7 SL ile C7E ($r=0.493$, $p<0.05$), T1E arasında ($r=0.521$, $p<0.05$), ÇAVA ($r=0.389$, $p<0.05$) ve TGA arasında ($r=0.316$, $p<0.05$) istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönlü ve SKA arasında ($r=-0.563$, $p<0.05$) anlamlı negatif yönlü ilişki olduğu saptandı.

C7E ile T1E ($r=0.880$, $p<0.05$), ÇAVA ($r=0.299$, $p<0.05$) ve TGA arasında ($r=0.318$, $p<0.05$) anlamlı pozitif ve SKA arasında ($r=-0.380$, $p<0.05$) anlamlı negatif yönlü ilişki olduğu belirlendi.

T1E ile ÇAVA ($r=0.294$, $p<0.05$) ve TGA arasında ($r=0.297$, $p<0.05$) anlamlı pozitif ve SKA arasında ($r=-0.399$, $p<0.05$) anlamlı negatif yönlü ilişki olduğu izlendi.

ÇAVA ile TGA arasında ($r=0.346$, $p<0.05$) anlamlı pozitif ve SKA arasında ($r=-0.492$, $p<0.05$) anlamlı negatif yönlü ilişki olduğu vardı.

Tablo 7: MRG değişkenleri arasındaki ilişki

		SVA	C0-C2	C2-C7	C7 S	T1 S	ÇAVA	SKA	TGA
SVA	r	1.000	0.371	-0.157	0.280	0.099	-0.201	0.209	-0.031
	p	-	0.001*	0.169	0.013*	0.391	0.077	0.066	0.786
C0-C2	r		1.000	-0.181	0.018	-0.051	0.282	-0.074	-0.096
	p		-	0.113	0.877	0.655	0.012*	0.518	0.401
C2-C7	r			1.000	0.493	0.521	0.389	-0.563	0.316
	p			-	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.005*
C7 S	r				1.000	0.880	0.299	-0.380	0.318
	p				-	0.000*	0.008*	0.001*	0.005*
T1 S	r					1.000	0.294	-0.399	0.297
	p					-	0.009*	0.000*	0.008*
ÇAVA	r						1.000	-0.492	0.346
	p						-	0.000*	0.002*
SKA	r							1.000	-0.191
	p							-	0.094
TGA	r								1.000
	p								-

İki çekim yöntemi arası değişkenlerin ilişkisi Pearson korelasyon testiyle incelendiğinde, SDG-MRG arasında SVA ($r=0.439$, $p<0.05$), C7E ($r=0.249$, $p<0.05$), T1E ($r=0.349$, $p<0.05$) ve TGA için ($r=-0,815$, $p<0.05$) istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki olduğu görüldü. Ancak korelasyon sadece TGA için yüksek düzeydeydi, diğer parametrelerde düşük-orta dereceliydi (Tablo 8).

Tablo 8: Gruplar arası korelasyon analizi

	SDG- MRG	
	r	p
SVA	0.210	0.065
C0-C2	0.439	0.000*
C2-C7 CL	0.204	0.074
C7 E	0.249	0.028*
T1 E	0.349	0.002*
ÇAVA	-0.008	0.942
TGA	0,815	0,000*
SKA	0,156	0.174

5. TARTIŞMA

Servikal sagittal dizilim bozukluğu ve morbidite arasındaki korelasyon ve bu durumun yaşam kalitesine etkisi literatürde ayrıntılı incelenmiştir. Sagittal dizilim bozukluğunun artan kas enerji gereksinimini, yatay bakışı ve dik duruşu korumak için oluşan ağırlı kompensatuvar mekanizmalarla ilişkili olduğunu gösteren çalışmalar vardır. (5) Bu nedenle spinal cerrahi öncesi hastanın şikayetlerine yönelik tedavi planı oluşturmak ve yapılacak cerrahinin planlanması için servikal parametrelerin değerlendirilmesi önemlidir.

Servikal sagittal parametrelerin ölçümünde kullanılan servikal yan grafiğin görüntü netliğinin az olması, çekim farklılıkları ve hastanın radyasyon alması gibi dezavantajları vardır (16,40) Yapılan geçmiş çalışmalarda hastaların yalnızca %11'inin röntgen görüntülerinde alt servikal bölgenin net bir sınıra sahip olduğu bildirilmiştir. (5) Yan grafiplerde omuz bölgesinin servikal omurga ile üst üste binmesi, sternum üst kenarının net seçilememesi gibi olumsuzluklardan dolayı, servikal hizalama parametrelerini ölçmek için hemen her hastada zaten rutin yapılmakta olan MRG'nin kullanılabileceği düşünülmüş ve bu konuda bazı çalışmalar yapılmıştır. (2,5,16,38,40) MRG'nin direkt grafiğe karşısında bir diğer üstünlüğü hastayı iyonize radyasyona maruz bırakmamasıdır. (2)

Sagittal dizilimi tanımlamak için yaygın kullanılan parametreler arasında SVA, C2-7 SL, T1E, TGA bulunur. (5,38,39) TGA, T1E SL gibi ölçümlerin MRG kullanılarak daha iyi ölçülebildiği yönünde görüş bildiren çalışmalar mevcuttur. (40)

Çalışmamızda SDG ve servikal MRG incelemelerinde sagittal denge parametreleri arasındaki uyumun değerlendirilmesi amaçlandı. Diğer çalışmalardan farklı olarak C7E, T1E, TGA, SL, SVA ölçümlerine ek olarak ÇAVA, SKA, C0-C2 parametreleri de ölçüldü. MRG ve SDG'de başın pozisyon farklılığının bu parametrelere etkisi araştırıldı. Ortalama SVA ve TGA değerleri çalışmamızda SDG ve MRG'de benzer olarak saptandı. SL değerleri ise MRG'de SDG'ye göre daha düşük ölçüldü ve fark anlamlı bulundu.

Xing ve ark.nın MRG ve direkt grafi görüntüleri karşılaştırıldığı çalışmada T1E ve SL'nin iki yöntem arasında anlamlı farklılık gösterdiği ve belirgin bir korelasyon olmadığı; TGA'nın ise MRG ve SDG'de korele olduğu bildirilmiştir. (38) Qiao ve ark.nın T1E ölçümünde MRG ile direkt grafiyi karşılaştırdıkları çalışmalarında anlamlı korelasyon olduğu saptanmıştır. (16)

Çalışmamızda T1E SDG ve MRG üstünde yapılan ölçümlerde birbirinden anlamlı farklı bulunmuştur ve aralarındaki korelasyon her ne kadar anlamlı olsa da orta derecedir ve bu nedenle T1E ölçümünde MRG'nin kullanılmasının çok uygun olmayacağı düşünülmüştür.

Xing ve ark.'nın yaptığı çalışmada TGA için MRG ve SDG üstünde yapılan ölçümler arasında anlamlı bir korelasyon bulunmadığı bildirilmiştir. (38) Qiao ve ark.'nın çalışmasında ise TGA için SDG ve MRG arasında korelasyon saptanmıştır. (16) Bizim çalışmamızda TGA ölçümleri iki yöntem arasında anlamlı farklılık göstermemiştir. Bu durum olasılıkla TGA'nın birinci kaburgalar, üst sternum ve T1 omurunu içeren hareketsiz kemik çemberi nedeniyle fleksiyon ve ekstansiyon gibi pozisyonlardan etkilenmemesine bağlıdır. (40) Bu nedenle TGA belirlenmesi için MRG'nin güvenle kullanılabilmesi düşünülmüştür.

Xing ve ark.'nın çalışmasında SL için SDG ile MRG arasında korelasyon saptanmadığı belirtilmiştir. (38) Bizim sonuçlarımızda da C2-C7 SL değerlendirmesinde MRG kullanımının anlamlı bilgi vermeyeceği görülmüştür.

Oshina ve arkadaşları ayakta çekilen SDG'den elde edilen C0-C2 değerleri ile MRG'den elde edilen değerler arasında anlamlı bir korelasyon bulmuşlardır. (41) Ancak Karabağ ve ark.'nın yaptığı çalışmada korelasyon saptanmamıştır. (40) Bizim çalışmamızda C0- C2 lordoz için SDG ve MRG arasında istatistiksel açıdan anlamlı ancak orta derecede korelasyon olduğu görülmüştür. Ancak iki yöntemden elde edilen ölçümler birbirinden anlamlı farklıdır ve MRG üstünde ölçüm C0-C2 lordoz tayini için çok uygun görünmemektedir.

Çalışmamızda SVA ölçümleri iki yöntemde anlamlı farklılık göstermemiştir. Bu bize sagittal dizilimin önemli bir parametresi olan SVA ölçümünde yatar pozisyonda çekilen MRG'nin fikir verici olacağını düşündürmüştür.

Bae ve ark.'nın MRG ve grafilerde C2 eğimi, C7 üst eğimi, C7 alt eğimi, T1E, C1-2 Cobb açısı, C2-7 SL açısı ve SVA'yı karşılaştırdıkları çalışmalarında iki ölçüm tekniği arasında korelasyon saptayamamış ve sırtüstü yatar pozisyonda yapılan MRG'de yapılan ölçümlerin, SDG'de yapılan ölçümlerin yerini alamayacağını belirtmişlerdir. (5) Bizim sonuçlarımızda ise C7E ve T1E için SDG ve MRG'de anlamlı farklı ölçüm sonuçları vermiştir, aralarındaki korelasyon da düşük-orta derecedir. Bu nedenle bu parametrelerin değerlendirilmesinde MRG'nin çok yararı olmayacağı kanaatine varılmıştır.

Çalışmamızda ÇAVA ve SKA ölçümleri SDG'de ve MRG'de anlamlı farklıdır, anlamlı korelasyon da saptanmamıştır. Literatürde bu parametrelerin SDG ve MRG ölçümlerini

karşılaştıran bir çalışma yoktur. Bu iki parametre için sonuçlarımız çekim yöntemine göre bu açıların değişkenlik gösterebileceği sonucunu vermiştir.

Park ve ark. sırt üstü yatar pozisyondaki BT çekimlerini kullanarak servikal omurganın sagittal parametrelerini değerlendirmiş, T1E arttıkça C2-C7 SL'un da arttığını bildirmiştir. (20) Karabağ ve ark. da SDG ve MRG'yi karşılaştırdıkları çalışmada T1E ile SL'un korele olduğunu belirtmiştir. (40) Yine Lee ve ark. SDG'de T1E arttıkça C2-C7 SL'un da arttığı sonucuna varmıştır. (23) Bizim ölçümlerimiz de bu verileri doğrulamaktadır. Ölçümlerimizde T1E ile C2-7 SL, TGA ve C7E arasında hem SDG hem de MRG çekimlerinde istatistiksel açıdan anlamlı pozitif, T1E ile SKA arasında ise anlamlı negatif yönlü korelasyon olduğu saptanmıştır. Bu bulgular T1E'nin servikal sagittal dizilim açısından önemli olduğu görüşünü desteklemektedir. C7E, SL, TGA ve T1E arasında ölçüm yönteminden bağımsız olarak anlamlı ilişki olması, T1 omuru görüntülenemediğinde cerrahi öncesi sagittal dizilim için planlamanın MRG üzerinden yapılabileceğini ortaya koymuştur.

Çalışmamızda ÇAVA ve C2-C7 servikal lordoz arasında her iki görüntülemeye de anlamlı pozitif korelasyon saptanmıştır. Bu veriler hastanın yatay bakışı sağlamak için SL'yi arttırdığı görüşü ile uyumludur. ÇAVA ile C7E ve T1E arasında MRG'de zayıf korelasyon olması; SDG'de anlamlı korelasyon saptanmaması, yine ÇAVA ile TGA arasında MRG'de zayıf korelasyon SDG'de de anlamlı korelasyon bulunmaması, bize başın çekim sırasındaki yatay bakış için aldığı pozisyondan bu parametrelerin fazla etkilenmediğini düşündürmüştür.

Karabağ ve ark. C0-2 eğimi ve SL açıları arasında ayakta SDG ve sırt üstü yatar pozisyonda çekilen MRG'de anlamlı bir korelasyon saptamışlardır. (40) Oysa bizim çalışmamızda C2-C7 SL ile C0-C2 eğimi arasında SDG ve MRG'de korelasyon görülmemiştir. Bizim sonuçlarımıza benzer şekilde Oshina ve ark. da C0-2 Cobb açısının, SDG'de ölçülen servikal lordoz açısıyla ilişkili olduğunu, ancak MRG'de yapılan ölçümlerde bir korelasyon saptamadıklarını bildirmişlerdir. (41)

6. SONUÇLAR

Bu çalışmada SVA ve TGA'nın değerlendirilmesinde MRG'nin kullanılabileceği, ÇAVA değeri ile bu ölçüm parametreleri arasında MRG ve SDG'de anlamlı yüksek derecede korelasyon olmaması sebebi ile başın pozisyonundan bu parametrelerin ölçümünün fazla etkilenmediği sonuçlarına ulaştık. SL, T1E, C7E gibi diğer parametrelerin ölçümünde MRG'nin kullanılmasının fazla yarar sağlamayacağını düşündük.

C7E, T1E ve TGA parametrelerin anlamlı pozitif korelasyon göstermesi nedeniyle tek başına MRG ya da tek başına direkt grafi ile bu parametrelerin birbiri ile ilişkisinin değerlendirilebileceği kanaatine varıldı. ÇAVA ile C7E, T1E ve TGA arasında iki görüntüleme yönteminde de belirgin korelasyon olmaması bu parametrelerin başın çekim sırasındaki yatay bakış durumundan etkilenmediğini gösterdi.

Çalışmamız bu konudaki benzer çalışmalara göre daha fazla parametre değerlendirmesi, daha önce değerlendirilmeyen parametrelerin MRG ve grafi arasındaki uyumunun incelenmesi açısından anlamlıdır. Literatürdeki diğer çalışmalara göre bazı parametrelerde bulunan farklı sonuçlar bu konuda kesin görüş bildirmek için çok daha geniş ölçekli çalışmalar yapılmasına gerek olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda bu parametrelerin hastanın kliniği ile ilişkilendirilmesi halinde hasta için hangi parametrelerin hangi görüntüleme yöntemi ile değerlendirilmesinin daha uygun olacağı yönünde fikir sağlayacaktır.

7. KAYNAKLAR

1. Ames CP, Blondel B, Scheer JK, Schwab FK, Le Huec JC, Massicotte EM, et al. Cervical Radiographical Alignment Comprehensive Assessment Techniques and Potential Importance in Cervical Myelopathy. SPINE ; 2013 Volume 38 , Number 22S , pp S149 - S160
2. Cheng J, Liu P, Sun D, Ma Z, Liu L, Wang Z, et al. Correlation of cervical and thoracic inlet sagittal parameters by MRI and radiography in patients with cervical spondylosis. Medicine; 2019 98:7
3. Tan LA, Riew KD, Traynelis VC. Cervical Spine Deformity-Part1: Biomechanics, Radiographic Parameters, and Classification. Neurosurgery; 2017 August Volume 81, Number 2, pp S197- S203
4. Park BJ, Gold CJ, Woodroffe RW, Yamaguchi S. What is the most accurate substitute for an invisible T1 slope in cervical radiographs? A comparative study of a novel method with previously reported substitutes. J Neurosurg Spine; 2022 36:815–821
5. Bae SH, Lee SW, Son DW, Lee SH, Song GS. Can Supine Magnetic Resonance Imaging Be an Alternative to Standing Lateral Radiographs for Evaluating Cervical Sagittal Alignment?. Korean J Neurotrauma; 2020 Oct;16(2):226-234

6. Suda K, Abumi K, Ito M, Shono Y, Kaneda K, Fujiya M. Local kyphosis reduces surgical outcomes of expansive open-door laminoplasty for cervical spondylotic myelopathy. *Spine* 2003;12:1258-62.
7. Uchida K, Nakajima H, Sato R, Yayama T, Mwaka E, Kobayashi Ş. et al. Cervical spondylotic myelopathy associated with kyphosis of sagittal sigmoid alignment: outcome after anterior or posterior decompression. *J Neurosurg Spine* 2009;11:521-8.
8. Lee SH, Hyun SJ, Jain A. Cervical Sagittal Alignment: Literature Review and Future Directions. *Neurospine*, 2020 Sep;17(3):478-496.
9. Scheer JK, Tang JA, Smith JS, Acosta Jr. FL, Protosaltis TS, Blondel B, et al. Cervical spine alignment, sagittal deformity, and clinical implication. *J Neurosurg Spine* 2013; 19:141–159
10. Louis R. Spinal stability as defined by the three-column spine concept. *Anat Clin* 1985 7:33–42
11. Pal GP, Sherk HH: The vertical stability of the cervical spine. *Spine* 1988 (Phila Pa 1976) 13:447–449
12. Beier G, Schuck M, Schuller E, Spann W. Determination of Physical Data of the Head I. Center of Gravity and Moments of Inertia of Human Heads. Munich: Institute of Forensic Medicine, University of Munich, 1979, p 44
13. Booth KC, Bridwell KH, Lenke LG, Baldus CR, Blanke KM. Complications and predictive factors for the successful treatment of flatback deformity (fixed sagittal imbalance). *Spine* (Phila Pa 1976); 1999 Aug 15;24(16):1712-20
14. Bradford DS, Schumacher WL, Lonstein JE, Winter RB. Ankylosing spondylitis: experience in surgical management of 21 patients. *Spine* (Phila Pa 1976); 1987 Apr; 12(3):238-43.
15. Ahmad N. Radiographic positioning techniques for the cervical spine. *AuntMinnie.com*, Mar 25, 2003
16. Qiao J, Zhu F, Liu Z, Xu L, Zhu Z, Qian B, et al. Measurement of Thoracic Inlet Alignment on MRI Reliability and the Influence of Body Position. *Clin Spine Surg* 2017;30:E377–E380
17. Kim D, Davis DD, Menger RP. Spine Sagittal Balance. *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan. 2023 Aug 14.
18. Gürsoy T., Yaman O. Servikal Sagittal Denge. *TND Spinal Ve Periferik Sinir Cerrahisi Öğretim Ve Eğitim Grubu Bülteni*, 2018, Nisan, Sayı: 79

19. Azimi P, Yazdanian T, Benzel EC, Hai Y, Montazeri A. Sagittal balance of the cervical spine: a systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J* 2021 30: 1411-1439
20. Park JH, Cho CB, Song JH, Kim SW, Ha Y, Oh JK. T1 slope and cervical sagittal alignment on cervical CT radiographs of asymptomatic persons. *J Korean Neurosurg Soc.* 2013;53(6):356-359.
21. Iyer S, Lenke LG, Nemani VM, Fu M, Shifflett G, Albert T, et al. Variations in occipitocervical and cervicothoracic alignment parameters based on age: a prospective study of asymptomatic volunteers using full-body radiographs. *Spine.* 2016. doi:10.1097/BRS.0000000000001644.
22. Tang JA, Scheer JK, Smith JS, Deviren V, Bess S, Hart R, et al. The impact of standing regional cervical sagittal alignment on outcomes in posterior cervical fusion surgery . *Neurosurgery* 2012 ; 71 : 662 – 669 ; discussion 9.
23. Lee SH, Kim KT, Seo EM, Suk KS, Kwack YH. The influence of thoracic inlet alignment on the craniocervical sagittal balance in asymptomatic adults. *J Spinal Dis Tech.* 2012;25:E41–7.
24. Janusz P, Tyrakowski M, Yu H, Siemionow K. Reliability of cervical lordosis measurement techniques on long-cassette radiographs. *Eur Spine J.* 2016. doi:10.1007/s00586-015-4345-8.
25. Knott PT, Mardjetko SM, Techy F. The use of the T1 sagittal angle in predicting overall sagittal balance of the spine. *Spine J* 2010;10:994-8.
26. Oe S, Togawa D, Nakai K, Yamada T, Arima H, Banno T, et al. The Influence of age and sex on cervical spinal alignment among volunteers aged over 50. *Spine.* 2015;40(19):1487-1494.2
27. Le Huec JC, Demezou H, Aunoble S. Sagittal parameters of global cervical balance using EOS imaging: normative values from a prospective cohort of asymptomatic volunteers. *Eur Spine J;* 2015 24:63–71
28. Glassman SD, Berven S, Bridwell K, Horton W, Dimar JR. Cor relation of radiographic parameters and clinical symptoms in adult scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 30:682–688, 2005
29. Belanger TA, Milam RA IV, Roh JS, Bohlman HH. Cervico thoracic extension osteotomy for chin-on-chest deformity in ankylosing spondylitis. *J Bone Joint Surg Am* 87:1732–1738, 2005
30. Herman JM, Sonntag VKH. Cervical corpectomy and plate fixation for postlaminectomy kyphosis. *J Neurosurg* 80:963 970, 1994

31. Kaptain GJ, Simmons NE, Replogle RE, Pobereskin L. Incidence and outcome of kyphotic deformity following laminectomy for cervical spondylotic myelopathy. *J Neurosurg* 93 (2 Suppl):199–204, 2000
32. Steinmetz MP, Stewart TJ, Kager CD, Benzel EC, Vaccaro AR. Cervical deformity correction. *Neurosurgery* 60 (1 Suppl 1):S90–S97, 2007
33. Hilibrand AS, Robbins M. Adjacent segment degeneration and adjacent segment disease: the consequences of spinal fusion? *Spine J* 4 (6 Suppl):190S–194S, 2004
34. Klineberg E. Cervical spondylotic myelopathy: a review of the evidence. *Orthop Clin North Am* 41:193–202, 2010
35. Tracy JA, Bartleson JD. Cervical spondylotic myelopathy. *Neurologist* 16:176–187, 2010
36. Matz PG, Anderson PA, Holly LT, Groff MW, Heary RF, Kaiser MG, et al: The natural history of cervical spondylotic myelopathy. *J Neurosurg Spine* 11:104–111, 2009
37. Shimizu K, Nakamura M, Nishikawa Y, Hijikata S, Chiba K, Toyama Y. Spinal kyphosis causes demyelination and neuronal loss in the spinal cord: a new model of kyphotic deformity using juvenile Japanese small game fowls. *Spine (Phila Pa 1976)* 30:2388–2392, 2005
38. Xing R, Zhou G, Chen Q, Liang Y, Dong J. MRI to measure cervical sagittal parameters: a comparison with plain radiographs. *Arch Orthop Trauma Surg* 2017; DOI 10.1007/s00402-017-2639-5
39. Jun HS, Chang IB, Song JH, TW Kim, Park S, Kim SW, et al. Is It Possible to Evaluate the Parameters of Cervical Sagittal Alignment on Cervical Computed Tomographic Scans?. *SPINE*; 2014 Volume 39 , Number 10 , pp E630 - E636
40. Karabağ H, Iplikçioğlu AC. Is it possible to evaluate upper and lower cervical interdependency on supine magnetic resonance imaging?. *Idegyogy Sz* 2023;76(7–8):245–252
41. Oshina M, Tanaka M, Oshima Y, Tanaka S, Daniel Riew KD. Correlation and differences in cervical sagittal alignment parameters between cervical radiographs and magnetic resonance images. *European Spine Journal* 2018. Volume 27, pages 1408–1415