

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI

**TEK TARAFLI PERİFERİK FASİYAL FELÇ SONRASI
YÜZ MORFOMETRİSİNDE MEYDANA GELEN
DEĞİŞİKLİKLERİN ANALİZİNDE KULLANILAN ÜÇ
BOYUTLU ANALİZ METOTLARININ
KARŞILAŞTIRILMASI**

Selin EROĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

2022-ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI

TEK TARAFLI PERİFERİK FASİYAL FELÇ SONRASI
YÜZ MORFOMETRİSİNDE MEYDANA GELEN
DEĞİŞİKLİKLERİN ANALİZİNDE KULLANILAN ÜÇ
BOYUTLU ANALİZ METOTLARININ
KARŞILAŞTIRILMASI

Selin EROĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Doç. Dr. Özlem ÖZSOY

“Kaynakça gösterilerek tezimden yararlanılabilir”

2022-ANTALYA

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne;

Bu çalışma jürimiz tarafından Fizyoloji Anabilim Dalı, Fizyoloji Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. //

İmza

Tez Danışmanı :
(Ünvanı, Adı Soyadı)
(Üniversite)

Üye :
(Ünvanı, Adı Soyadı)
(Üniversite)

Üye :
(Ünvanı, Adı Soyadı)
(Üniversite)

Üye :
(Ünvanı, Adı Soyadı)
(Üniversite)

Üye :
(Ünvanı, Adı Soyadı)
(Üniversite)

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve/..... sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı beyan ederim.

Selin EROĞLU

İmza

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Özlem ÖZSOY

İmza

TEŞEKKÜR

Eğitimim süresince ciddi katkılarını gördüğüm, proje konumun seçiminden projemin son aşamasına kadar bana sabır, itina ve hoşgörü ile yardımcı olarak bilimsel bir çalışmanın nasıl yapıldığını öğreten değerli danışman hocam Doç.Dr. Özlem ÖZSOY'a ve bu süreçte her daim yol gösteren değerli hocam Doç.Dr. Umut ÖZSOY'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Proje çalışmam boyunca benden bilgi ve desteğini esirgemeyen sevgili çalışma arkadaşım Yılmaz YILDIRIM'a ve bu süreçte yanımda olan tüm arkadaşlarıma, ayrıca tüm öğrencilik hayatım boyunca her anlamda desteklerini gördüğüm aileme, özellikle ağabeyim Ali Özgün EROĞLU'na teşekkürlerimi bir borç bilirim.

ÖZET

Amaç: Periferik yüz felci fasiyal sinirin hasarı sonucu mimik kaslarında fonksiyon kaybı ve beraberinde yüz asimetrisi ile ortaya çıkan bir klinik tablodur. Yüz asimetrisindeki değişimin objektif bir şekilde değerlendirilmesi hastalığın seyri ve tedavinin etkinliğinin takibinde önemlidir. Bu amaçla yüzün her iki yanında bulunan belirli landmarklar üzerinden hesaplanan iki (2B) ve üç boyutlu (3B) asimetri indeksleri kullanılmaktadır. Sık kullanılan bir diğer metot ise tüm yüz yüzeyinin ayna görüntüsü ile karşılaştırılarak yapılan asimetri analizidir. Çalışmamızın amacı bu üç metodun yüz asimetrisini belirlemedeki güvenilirliklerini ve etkinliğini test etmektir.

Yöntem: Çalışmamızda tek taraflı periferik fasiyal felçli 17 hasta ve 20 sağlıklı gönüllünün yüzleri nötr (istirahat), kaş kaldırma, göz kapama, diş gösterme ve ısıklık çalma hareketleri sırasında 3B yüzey tarayıcısı ile tarandı. Elde edilen görüntüler üzerinde belirlenen 3 orta hat ve 8 bilateral landmark kullanılarak felçli ve sağlıklı gruplarda 2B ve 3B-landmark tabanlı asimetri indeksleri hesaplandı. Ayrıca elde edilen 3B orijinal yüzey ve ayna görüntüsünün üst üste bindirilmesiyle yüzey asimetri analizleri gerçekleştirildi. Yapılan ölçümler iki farklı araştırmacı tarafından farklı zamanlarda tekrarlanarak metotların gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirlikleri belirlendi. Sonuçlar istatistiksel olarak karşılaştırıldı.

Bulgular: Güvenilirlik testleri 3B yüzey analiz metodunun hem gözlemci içi hem de gözlemciler arası mükemmel düzeyde güvenilirliğe sahip olduğunu gösterirken, 2B ve 3B landmark tabanlı analizlerin orta ve iyi arasında değişen düzeyde güvenilirliğe sahip olduğunu ortaya koydu. 3B yüzey asimetri analizi sonuçları bütün yüz hareketleri için sağlıklı ve fasiyal felçli hastalar arasında anlamlı fark belirledi. Her bir landmark için hesaplanan 2B ve 3B landmark tabanlı asimetri analizleri ise nötr yüz ifadesinde iki grup arasında anlamlı bir fark belirleyemezken diğer hareketlerde bazı landmarklarda asimetri belirleyebildi.

Sonuç: 3B yüzey analizinin sahip olduğu yüksek gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirliği, felçli ve sağlıklı gruplar arasındaki yüz asimetrisini tüm yüz ifadeleri için başarılı bir şekilde göstermesi sebebiyle landmark tabanlı analizlere göre daha avantajlı olduğunu düşünüyoruz.

Anahtar Kelimeler: Fasiyal felç, 2B landmark tabanlı asimetri analizi, 3B landmark tabanlı asimetri analizi, 3B yüzey asimetri analizi

ABSTRACT

Objective: Peripheral facial paralysis is a clinical condition with facial asymmetry and loss of function in mimic muscles due to facial nerve damage. Objective evaluation of facial asymmetry is essential in the follow-up recovery and the effectiveness of the treatment. For this purpose, two (2D) and three-dimensional (3D) asymmetry indices calculated over specific landmarks on both sides of the face are used. Another frequently used method is asymmetry analysis, which is performed by comparing the mirror and the original image of the face. Our study aims to test the reliability and effectiveness of these three methods in determining facial asymmetry.

Methods: The faces of 17 patients with unilateral peripheral facial palsy and 20 healthy volunteers were scanned with a three-dimensional surface scanner during neutral (resting), eyebrow-raising, eye closing, showing-teeth, and whistling movements. 2D and 3D-landmark-based asymmetry indices were calculated. Surface asymmetry analyses were performed by superimposing the face's 3D original and mirror image. Two different researchers repeated the measurements at different times to determine the intra- and inter-observer reliability of the methods. Finally, the results were statistically compared.

Results: Reliability tests showed that the 3D-surface analysis method had excellent intra- and inter-observer reliability, while 2D and 3D landmark-based analyses had moderate to good reliability. The results of the 3D-surface asymmetry analysis determined a significant difference between healthy and facial paralysis patients for all facial movements. In addition, while 2D and 3D landmark-based asymmetry analyses calculated for each landmark could not detect a significant difference between the two groups in neutral facial expression, they could detect asymmetry in some landmarks in the remaining movements.

Conclusion: We think the 3D surface analysis is more advantageous than landmark-based analyses due to its high intra-observer and interobserver reliability and successfully demonstrates facial asymmetry between facial palsy and healthy groups for all facial expressions.

Keywords: Peripheric facial palsy, 2D landmark-based asymmetry analysis, 3D landmark-based asymmetry analysis, 3D surface asymmetry analysis

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
TABLolar DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR	vii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Fasiyal Sinirin Tarihçesi	5
2.2. Fasiyal Sinirin Embriyolojisi	5
2.3. Fasiyal Sinirin Fonksiyonu	5
2.4. Fasiyal Sinirin Anatomisi ve İnervasyonu	6
2.5. Fasiyal Sinir Felci	6
2.5.1. Lezyonun Yerine Göre Fasiyal Felç Tipleri	6
2.5.2. Fasiyal Felcin Etiyolojisi	7
2.5.3. Fasiyal Felcin Günlük Hayata Etkisi ve Psikolojik Önemi	11
2.5.4. Fasiyal Felcin Derecesinin Belirlenmesinde Kullanılan Metotlar	12
3. GEREÇ ve YÖNTEM	20
3.1. Üç Boyutlu (3B) Yüz Taraması	20
3.1.1. Üç Boyutlu (3B) Taramaların İşlenmesi	21
3.2. Veri analizi	23
3.2.1. Landmarklar Kullanılarak Asimetri Analizi	23
3.2.2. Üç Boyutlu (3B) Yüzey Kullanılarak Asimetri Analizi	25
	iii

3.3. Verilerin Karşılaştırılması	26
3.4. İstatistiksel Analiz	26
4. BULGULAR	28
4.1. Gözlemci İçi ve Gözlemciler Arası Güvenilirliklerin Karşılaştırılması	28
4.2. 2B Ve 3B Landmark Tabanlı Asimetri İndeksi Sonuçları	30
4.2. Yüzey Analizi Asimetri Sonuçları	32
5. TARTIŞMA	33
5.1. Landmark Tabanlı Analiz	34
5.2. Yüzey Tabanlı Analiz	35
5.3. Landmark Tabanlı ve Yüzey Tabanlı Analizlerin Karşılaştırılması	37
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	39
ÖZGEÇMİŞ	40
KAYNAKLAR	41

TABLÖLER DİZİNİ

Tablo 3.1. Yüz analizinde kullanılan landmarklar	23
Tablo 4.1. Sağlıklı gönüllüler ve fasiyal felçli hastalarda yapılan landmark işaretlemelerinin ve yüzey analizinin gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirlik testleri	29
Tablo 4.2. Nötr yüz ifadesi sırasında yüzün her iki yanına yerleştirilen sekiz adet landmarkın 2B ve 3B koordinatlarından elde edilen asimetri indeksi verileri	30
Tablo 4.3. Kaş kaldırma sırasında yüzün her iki yanına yerleştirilen sekiz adet landmarkın 2B ve 3B koordinatlarından elde edilen asimetri indeksi verileri	30
Tablo 4.4. Göz kapama sırasında yüzün her iki yanına yerleştirilen sekiz adet landmarkın 2B ve 3B koordinatlarından elde edilen asimetri indeksi verileri	31
Tablo 4.5. Diş gösterme sırasında yüzün her iki yanına yerleştirilen sekiz adet landmarkın 2B ve 3B koordinatlarından elde edilen asimetri indeksi verileri.	31
Tablo 4.6. Isık çalma sırasında yüzün her iki yanına yerleştirilen sekiz adet landmarkın 2B ve 3B koordinatlarından elde edilen asimetri indeksi verileri.	32
Tablo 4.7. Sağlıklı gönüllüler ve fasiyal felçli hastalarda ayna ve orijinal yüz görüntüsünün karşılaştırması ile elde edilen yüzey asimetri değerleri	32

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Beş farklı yüz ifadesi sırasında gerçekleştirilen 3B tarama işlemi	21
Şekil 3.2. Yüz taramalarının 3B Artec studio 16 yazılımı ile işlenmesi	22
Şekil 3.3 Yüz analizinde kullanılan landmarkların şematize gösterimi	24
Şekil 3.4. 3B orijinal yüz ve ayna görüntülerinin belirli lanmarklar kullanılarak superimpoze edilmesi ve renkli yüzey sapma haritalarının oluşturulması	25



SİMGELER ve KISALTMALAR

2B	: İki boyutlu
3B	: Üç boyutlu
AI	: Asimetri indeksi
BP	: Bell paralizi
CN VIII	: Fasiyal sinir
EBV	: Epstein-Barr virüsü
FND	: Fasiyal sinir hastalıkları
FNGS	: Fasiyal Sinir Derecelendirme Sistemi 2.0
HB	: House-Brackmann
MAD	: Mean Absolute Deviation = Ortalama Mutlak Sapma
MRS	: Melkersson-Rosenthal sendromu
RHS	: Ramsay Hunt sendromu
RMS	: Root Mean Square = Ortalama Karekök
SB	: Sunnybrook skorlama
VZV	: Varicella zoster virüsü

1. GİRİŞ

Fasiyal felç, hastaların yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyen ciddi bir patolojik durumdur. Mimetik kas sisteminin değişen tonusu ve hareketliliği hem işlevsel hem de morfolojik bozukluklara neden olur. Fasiyal felçli hastalar genellikle kişisel ve iş ile ilgili problemlerin yanında kısıtlanmış sosyal integrasyon ve insanlar arası iletişim problemlerinden şikâyetçidirler (Yen ve ark., 2003; Berg ve ark., 2004). Yüz fonksiyonunun kaybı sosyo-ekonomik problemlere de neden olur (Brooker ve ark., 2009; Kleiss ve ark., 2015). Fasiyal felç insidansının yılda 100.000 kişide yaklaşık 20 ila 25 olduğu tahmin edilmektedir (Finsterer, 2008).

Fasiyal felcin nedenleri arasında enfeksiyonlar, tümörler, vasküler lezyonlar, travmatik olaylar, idiyopatik ve konjenital bozukluklar yer almaktadır. Fasiyal felç, estetik ve fonksiyonel olarak problem yaratan bir durumdur. Hastalar yüz asimetrisi, duygusal ifadede bozulma, yeme, içme, konuşma ve duygularını iletme gibi temel günlük işlevleri yerine getirmede güçlük çekerler. Geri dönüşü olmayan fasiyal felçli hastalara dinamik ve statik cerrahi yöntemlerle fonksiyonel rekonstrüksiyon önerilmektedir.

Fasiyal felçli hastalarda yüz asimetrisinin kesin ölçümü, fonksiyonel ve estetik rehabilitasyon sürecinde oldukça önemlidir. Fasiyal felcin rehabilitasyon sürecinde mimikleri değerlendirebilmek için çeşitli ölçekler geliştirilmiştir. Bunlardan en yaygın kullanılanları House – Brackmann ölçeği, Sunnybrook skorlama sistemi, Yanagihara sistemi ve Facial Sinir Derecelendirme Sistemi 2.0 (House ve Brackmann, 1985; Ross ve ark., 1996; N. Yanagihara ve Hato, 2003; Vrabec ve ark., 2009)'dır. Bu geleneksel klinik metotların maliyeti oldukça düşüktür ve her yerde herhangi bir aparat olmadan kullanılabilir. Ancak bu yöntemlerin önemli kısıtlamaları vardır. Değerlendirmeler çoğunlukla niteliksel, kişisel gözlemlere dayanır. Bu nedenle öznel ve potansiyel olarak tekrarlanamazlar (Coulson ve ark., 2005). Ölçümler ve gözlemciler arasında oldukça belirgin farklılıklar vardır (Linstrom, 2002). Sadece yüzün genel değerlendirilmesini sağlarlar çünkü belirli bir ilgi alanını değerlendirmek için yararlı olamayacak kadar geniş kapsamlıdır. Tüm bu kısıtlamalar subjektif araçların klinik kullanımını sınırlamaktadır.

Subjektif ölçeklerin dezavantajları dolayısıyla klinisyenler tedavi seçeneklerini değerlendirmek ve sonuçları karşılaştırmak için standart objektif ölçümlere ihtiyaç duymaktadırlar (Hadlock ve Urban, 2012; Fattah ve ark., 2015). Bu objektif yöntemlerden bazıları fotoğrafik (Dusseldorp, 2018) ve videografik (Frey ve ark., 1994; Frey ve ark., 1999; Hontanilla ve Auba, 2008; Sforza ve ark., 2010; Sforza ve ark., 2012) metotlardır. Ancak fotoğraf ve video gibi iki boyutlu (2B) sistemler yalnızca doğrusal mesafeler ve açılar sağlar. Yüz hareketi üç uzaysal düzlemde de gelişen karmaşık bir aktivitedir; bu nedenle 2B kayıtlar bu hareketi değerlendirmede eksik kalabilir (Gross ve ark., 1996). Ayrıca kayıtlarda hastanın kafasının oryantasyon farklılıkları ve fotoğraf kalitesinde farklılıklar ortaya çıkabilir ve bu faktörler sonuçları etkileyebilir (Guarin ve ark., 2018). Fotoğraf dokümantasyon protokollerindeki küçük sapmaların bile yüz değerlendirmesinde önemli hatalara neden olduğu kanıtlanmıştır (Dulgueroğlu ve ark., 2003). Videografik teknikler ise çoğunlukla karmaşık, zaman alıcı ve yüksek maliyetli olmalarından dolayı evrensel olarak benimsenmemişlerdir. Sonuç olarak bu metotların hiçbirisi kullanım kolaylığı ve elde edilen verilerin doğruluğu açısından tam olarak kabul görmemiştir (Sawai ve ark., 2012).

Mimikleri değerlendirmeye yönelik güvenilir nicel bir yöntem, yüz felcinden etkilenen hastalarda yalnızca geriye kalan fonksiyonu değerlendirmek için değil, aynı zamanda tedavi edilen hastalarda restore edilmiş mimikleri değerlendirmek ve nihayetinde fasiyal reanimasyonun başarı yüzdesini ölçmek için de büyük önem taşımaktadır (Hontanilla ve Marre, 2012). Tüm bu ihtiyaçlardan dolayı, çok daha kantitatif veriler sağlayan non-invaziv üç boyutlu (3B) görüntüleme yöntemleri geliştirilmiştir (Kau ve ark., 2007; Brons ve ark., 2012; Hammond ve Suttie, 2012). 3B optik görüntü toplama sisteminin keşfi, araştırmacıların estetik cerrahiden (Rosati ve ark., 2014; Gibelli ve ark., 2015) genetik sendromların erken teşhisine kadar (Sforza ve ark., 2015; Jayaratne ve ark., 2017) farklı klinik ve cerrahi alanlarda yüzün kantitatif analizini yapmalarına izin vermektedir. Dahası cihazlarla birlikte geliştirilen yazılımlar elde edilen verilerin tedavinin planlanması aşamasında etkili ve rahat bir şekilde değerlendirilmesini sağlamaktadır (Tzou ve Frey, 2011). 3B optik görüntü toplama sisteminde yapılandırılmış ışık teknolojisi organize şeklindeki (ızgara, nokta, şerit) beyaz ışığı taranacak yüzeye yansıtıp aynı zamanda yüzeyi fotoğraflayarak yüzey şeklini algılayıp 3B modeller oluşturmaktadır (Olesen ve ark.,

2010). Böylece hem yüzeyin 3B morfolojik bilgisi hem de görsel tüm detaylar dijital ortamda kaydedilebilmektedir. Kaydedilen veriler üzerinde her türlü ölçüm ve karşılaştırma yapılabilmektedir. Sistem, karmaşık yüz fonksiyonlarının en doğru şekilde değerlendirilmesini sağlamaktadır. Tekniğin diğer bir önemli avantajı ise invaziv olmaması ve biyolojik risk içermemesidir. Tüm bu avantajlarından dolayı 3B analiz yüz yumuşak doku araştırmalarında bir standart haline gelmiştir. Yüz asimetrisinin değerlendirilmesi için bir dizi 3B ölçüm yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden ikisi “3B fasiyal landmark işaretleme yöntemi” ve “3B yüzey analizi yöntemi”dir.

3B fasiyal landmark işaretleme yönteminde; üç düzlemin kesişme noktası koordinat sisteminin orijini olarak kabul edilir (Zhurov ve ark., 2010; Toma ve ark., 2012). Belirlenen antropometrik landmarklar, bir gözlemci tarafından, her yüz taramasına, literatürde verilen tanımlara göre (Farkas, 1994) manuel olarak yerleştirilir. X, Y ve Z koordinatlarına ait değerler yazılımdan elde edilir. Her bir landmark için yüz asimetrisi “Asimetri İndeksi” formülleri (Ferrario ve Sforza, 2007; Huang ve ark., 2013) aracılığıyla 2B veya 3B olarak hesaplanır. Ancak bu yöntemin bazı dezavantajları vardır. 3B yüz taramalarında landmarkların manuel olarak tanımlanması zaman alıcı olabilir ve gözlemciler arası değişkenlik bazı landmarklar için yüksek olabilir (Toma ve ark., 2009). Yüz orta hattını belirlemek için yaygın olarak kullanılan landmarklar yüzün ortasında olmayabilir ve bu da doğru simetri düzleminin oluşturulmasını etkiler (Meyer-Marcotty ve ark., 2011). Ayrıca, landmarkların tanımlanmadığı yüz bölgeleri basitçe göz ardı edilir (Ferrario ve ark., 2001; Zhurov ve ark., 2010). Elde edilen bilgiler landmarklar arasındaki yüzeye ilgili verilerden yoksundur.

3B fasiyal landmark işaretleme yönteminin dezavantajlarından dolayı, bazı araştırmacılar, yüzün binlerce noktasını hesaba katan ve tam bir yüz analizine izin veren, landmarklardan bağımsız (yüzeye dayalı) yaklaşımlar geliştirmişlerdir (Djordjevic ve ark., 2012; Djordjevic, Lawlor, ve ark., 2013; Verhoeven, Coppen, ve ark., 2013). 3B yüzey analizi yöntemi yüz asimetri analizine yönelik bu yaklaşımlardan biridir. Bu yöntemle yüzün her iki yarımı arasındaki farklılıklardan kaynaklanan asimetrinin belirlenmesi için elde edilen 3B yüz taramasının ayna görüntüsü bir program yardımıyla otomatik olarak oluşturulur. Oluşturulan ayna görüntüsü özel yazılımda orijinal görüntü ile üst üste bindirilerek aynı

hizaya getirilir. Bilgisayar algoritması yüzeyler arasındaki ortalama mesafeyi hesaplar. Elde edilen RMS (root mean square = ortalama karekök) değerleri yüzün sağ ve sol yarımı arasındaki asimetriyi kantitatif bir veri olarak sunmaktadır.

Literatürde, periferik fasiyal felç sonrası meydana gelen değişiklikleri değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan “3B fasiyal landmark işaretleme” ve “3B yüzey analizi” yöntemlerinin uyumluluğunun araştırılmadığını gözlemledik. İki yöntem ile belirli bir hasta popülasyonundaki yüz asimetrisinin yalnızca değerlerini elde etmek değil, aynı zamanda bu iki yöntemin olanaklarını ve sınırlamalarını anlamak da önemlidir.

Bu çalışmadaki amacımız tek taraflı periferik fasiyal felç sonrası yüzde meydana gelen morfolojik değişikliklerin belirlenmesi ve hastalığın seyri boyunca izlenebilmesi için kullanılan “3B fasiyal landmark işaretleme” ve “3B yüzey analizi” metodlarının güvenilirlik ve etkinliklerinin karşılaştırılmasıdır. Çalışmamızın çıktıları sayesinde hastalığın seyrinin daha objektif ve doğru bir şekilde değerlendirilmesine katkıda bulunmayı amaçlamaktayız.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Fasiyal Sinirin Tarihçesi

Fasiyal sinirin keşfi ve fasiyal sinir hastalıklarına ilişkin gözlemler çok eski yıllara dayanmaktadır (Sajadi ve ark., 2011). Fasiyal sinir hasarı ile ilgili çalışmalar Hipokrat zamanına kadar uzansa da, ilk kapsamlı açıklama 9. yüzyılda İranlı hekim Razi'nin yazdığı el-Hawi kitabında bulunmaktadır (Sajadi ve ark., 2011). Fasiyal sinirin petröz kemikteki kanalı (fasiyal kanal) 1523-1562 yılları arasında yaşamış olan İtalyan anatomist Gabriel Fallopius tarafından tanımlanmıştır (Oncel, 2016). Thomas Willis 1664'de yazmış olduğu 'Cerebri Anatome' adlı kitabında fasiyal siniri kafa boşluğu içinde tanımlamış ancak VII. kranial sinirin hem fasiyal hem de vestibulokohlear sinirleri kapsadığını savunmuştur (Wilson, 2012). 1778'de Sömmering'in 12 kranial sinir sınıflandırması ile fasiyal sinir günümüze kadar VII. kranial sinir olarak kabul görmüştür (Arraez-Aybar ve ark., 2015). 1821'de Sir Charles Bell, fasiyal sinirin anatomisini ve tek taraflı periferik fasiyal felç ile ilişkisini tanımlamıştır (Sajadi ve ark., 2011).

2.2. Fasiyal Sinirin Embriyolojisi

Fasiyal sinir (CN VII, Latince: nervus facialis), 12 çift olan kranial sinirlerden yedincisidir ve motor lifler, özel visseral tat lifleri, genel duyu lifleri ve parasempatik otonomik lifler içeren karmaşık bir sinirdir (Gonuldas ve Kanlıkama, 2016). Fasiyal sinir oluşumunun başlangıcı 3. embriyonik haftada "facioacoustic primordium"un gelişmesi ile başlar. Yaşamın 4. haftasında fasiyal sinir "chorda tympani ve "kaudal ana gövde" olmak üzere ikiye ayrılır. Beşinci haftanın başlangıcında ise "genikulat ganglion" ve "nervus intermedius" gelişir. Fasiyal sinirin yüz kaslarına innervasyonu 7. ve 8. haftalarda 2. brankial arkten kaynaklanır. Fasiyal sinirin periferik segmenti, 10-15. haftalar arasında geniş bir dallanma gösterir. Fasiyal kanalın kemikleşmesi ise 16. haftadan başlayarak doğuma kadar sürmektedir (Sataloff ve Selber, 2003; Seneviratne, 2022).

2.3. Fasiyal Sinirin Fonksiyonu

Fasiyal sinirin dört ana işlevi vardır. Bunlar; yüz kaslarının motor innervasyonu (Genel somatik efferent), submandibular ve sublingual tükürük ve gözyaşı bezlerinin

parasempatik sekretomotor innervasyonu (Genel visseral efferent), dilin ön üçte ikilik bölümünden gelen tat duyusunun algılanması (Özel visseral afferent) ve kulak kepçesi ile dış kulak yolundan gelen kutanöz duyuların algılanması (Genel somatik afferent)'dır (Phillips ve Bubash, 2002; Takezawa ve ark., 2018; Seneviratne, 2022).

2.4. Fasiyal Sinirin Anatomisi ve İnnervasyonu

Fasiyal sinir, beyin sapının pons kısmında motor çekirdeği bulunan VII. kranial sinirdir. Fasiyal sinirin üst motor nöronu, frontal lobun primer motor korteksinde bulunur. Üst motor nöron aksonları, ipsilateral olarak aşağı iner, pontaki fasiyal çekirdeğe ulaşır, çoğu lif karşı tarafa geçer ve alt motor nöronlarla sinaps yapar. Fasiyal çekirdekte hücre gövdeleri bulunan alt motor nöronlar üst yüz ve alt yüz kaslarının innervasyonunu sağlar (Dulak ve Naqvi, 2022; Seneviratne, 2022).

2.5. Fasiyal Sinir Felci

Yüz kaslarının hareketleri, konuşmada olduğu kadar sosyal iletişim ve etkileşimde de önemli bir rol oynar. Mimikler insanların hislerinin dış dünyaya yansıtılmasını ve böylelikle dış dünya ile iletişim kurmalarını sağlayan önemli bir araçtır (George ve ark., 1993; Poole, 2016). Mimikler, fasiyal sinir ve verdiği dallar tarafından oluşan bir ağ aracılığıyla, fasiyal nükleus tarafından innerve edilen yüz kasları ile kontrol edilir. Fasiyal sinir hem lokalizasyonu hem de özgün anatomik seyri nedeniyle komplikasyonlara açık bir sinirdir. Mimiklerinin oluşumunda görev alan bileşenlerin herhangi birinin hasarlanması fasiyal felce neden olabilir (Owusu ve ark., 2018).

2.5.1. Lezyonun Yerine Göre Fasiyal Felç Tipleri

Lezyonun meydana geldiği yere bağlı olarak ortaya çıkan klinik tablolar birbirlerinden tamamen farklılık göstermektedir (Walker, 1990; Seneviratne, 2022). Fasiyal sinirin üst motor nöronunda meydana gelen bir lezyon sonucunda “merkezi fasiyal felç”, fasiyal sinirin pontaki motor nükleusunda veya distalindeki lezyonlarda ise “ipsilateral periferik fasiyal felç” ortaya çıkmaktadır (Walker, 1990). Tek taraflı periferik fasiyal felçte yüz kaslarının istemli ve istemsiz hareketleri etkilenir. Öte yandan alnın kırıştırılması ve yukarı kaldırılmasını, ayrıca gözlerin kapatılmasını sağlayan kas hareketleri pontaki motor nükleusun proksimalindeki bölgeler tarafından bilateral olarak innerve edilir (Brodal, 1981; Ghez ve Krakuer, 2000). Dolayısıyla kortikal alanlardaki fonksiyonel

bozukluklar periferik fasiyal felcin aksine, alt yüz kaslarının etkilendiği ancak alın ve göz kaslarının etkilenmediği merkezi fasiyal felce sebep olur (May ve Schaitkin, 2000). Merkezi fasiyal felç nedenleri arasında orta serebral arter infarktı ve yolak boyunca ortaya çıkan lezyonlar bulunur. Periferik fasiyal felç ise infarkt, neoplazi ve inflamasyon gibi bir dizi patoloji sonucunda ortaya çıkabilir (Seneviratne, 2022).

2.5.2. Fasiyal Felcin Etiyolojisi

Fasiyal felcin oluşmasındaki nedenleri belirlemek, felcin prognozu ve seyri hakkında önemli bilgiler verir. Fasiyal felcin nedenleri çok çeşitlidir ancak genel olarak gelişimsel bir anomali ya da fasiyal siniri ve yüz kaslarını veya her ikisini de etkileyen daha sonradan edinilmiş bir hasarlanma olarak sınıflandırılabilir. İki fasiyal felç nedeni arasında ayırım yapmak önemlidir çünkü bu ayırım hastalığın değerlendirme ve tedavi türünü etkiler.

2.5.2.1. Gelişimsel Anomali Kaynaklı Fasiyal Felç

Gelişimsel anomaliler, tek başına veya bir sendromun parçası olarak ortaya çıkabilir. Fasiyal felç ile sonuçlanan erken çocukluk çağı enfeksiyonu veya travmatik doğum yaralanmaları, gerçek gelişimsel fasiyal felçten ayırt edilmelidir. Gelişimsel fasiyal felci belirlemek, bu popülasyonda erken hedefe yönelik tarama, doğru teşhis ve tedaviye hızlı sevk edilmeyi sağlar, bu da kişilerin duygusal ve sosyal rehabilitasyonu kolaylaştırır (Ishii ve ark., 2012; Owusu ve ark., 2018).

Möbius Sendromu

Yüz felcinin gelişimsel nedenlerinden biri olan Möbius sendromu 50.000 doğumda 1 insidansa sahiptir.

Doğuştan Tek Taraflı Alt Dudak Felci

Yenidoğan asimmetrik ağlayan yüz olarak da bilinen doğuştan tek taraflı alt dudak felci bir diğer yaygın gelişimsel yüz felcidir ve 160 canlı doğumdan 1'inde meydana gelmektedir.

2.5.2.2. Sonradan Edinilmiş Hasarlanma Kaynaklı Fasiyal Felç

Fasiyal felcin kazanılmış nedenleri arasında fasiyal sinirin vasküler sıkışması, yüz motor merkezlerinde iskemik yaralanmalar, inflamatuvar ve dejeneratif süreçler, fasiyal sinirin birincil ve ikincil neoplazmı, iyatrojenik fasiyal sinir yaralanmaları ve travma yer alır. Fasiyal motor korteksten fasiyal kaslara giden nöromusküler yolun kesilmesi, fasiyal felcin çeşitli nedenlerinde ortak olan bulgudur. Patolojik kesintinin meydana geldiği

seviye ve ortaya çıkan fonksiyonel eksiklik, uygulanacak olan tedaviyi belirler. Felçli yüzün tonusunu ve hareketliliğini eski haline getirmek, ya yüz sinirlerinin kendiliğinden rejenerasyonu ya da hasarlanmış sinirlerin veya kasların cerrahi onarımı aracılığıyla kesintiye uğrayan sinir kas ağının restorasyonunu gerektirir (Owusu ve ark., 2018).

Bell Paralizi

Adını İskoç anatomist Sir Charles Bell'den alan Bell paralizi (BP), en sık görülen akut mononöropatidir ve tüm akut fasiyal felçlerin dörtte üçünü oluşturur. Yıllık insidansı 100.000 de 11.5 ila 53.3 arasında değişir. En sık 15-45 yaş gruplarını ve her iki cinsiyetteki bireyleri etkiler. Bell paralizi tipik olarak, etkilenen taraftaki yüz kaslarının kısmi veya tam yetersizliğidir. Bunun sonucunda Bell paralizi ciddi oral yetersizliğe, göz kapaklarının kapatılamamasından kaynaklanan potansiyel göz kaybına neden olabilir. Bell paralizine sahip hastaların yaklaşık %25'inde orta-şiddetli yüz asimetrisi devam edebilir ve bu durum psikolojik ve sosyo-ekonomik birçok olumsuz sonuç doğurarak hastaların yaşam kalitesini düşürür (Holland ve Bernstein, 2011; Gordin ve ark., 2015). Yarattığı şiddetli etkilerine rağmen Bell paralizinin etiyojisi belirsizliğini korumaktadır. 1950'li yıllarda Bell paralizinin soğuk algınlığından sonra oluşan romatolojik bir hastalık olduğu düşünülmüş ve bu yönde tedaviler uygulanmıştır. Ancak son 25 yıldır bu hastalığın etiolojisinden viral enfeksiyon sorumlu tutulmaktadır (Schirm ve Mulkens, 1997). Bell paralizi hastalarından alınan endonöral sıvıda uygulanan ileri tekniklerde Herpes Simplex virüsünün DNA'sı tespit edilmiştir. Ancak kesin etiolojinin belirlenmesi için ileri araştırmalara gerek duyulmaktadır.

Travmatik Fasiyal Paralizi

Travma nedeniyle ortaya çıkan fasiyal sinir hasarı motor kaslarda hasarın lokalizasyonuna ve şiddetine göre farklı derecelerde fonksiyon kaybına neden olur. Travmanın fasiyal sinire ilk etkisi iskemidir. İskemi, fallop kanalının kapalı alanındaki basıncı artıran nöral ödemlere yol açar. Travmatik fasiyal felç, Bell paralizinden sonra en sık görülen fasiyal paralizi nedenidir. Petröz kemiğin kırılması, kafa travması, yüz ve orta kulağa uygulanan cerrahi ya da termal travmalar periferik fasiyal felç oluşumuna neden olabilir (Cannon ve Jahrsdoerfer, 1983; Darrouzet ve ark., 2001). Travmatik fasiyal felcin sık görülmesinin nedenleri arasında trafik kazaları, darp gibi durumlardan sonra gelişen temporal kemik

kırıkları yer alır ve bu vakaların %6-7'sinde fasiyal sinirde hasar oluşumu gözlenir. Temporal kemik kırıkları “otik kapsülü tutan” ve “otik kapsülü tutmayan” olarak sınıflandırılır ve otik kapsülü tutan kırıklarda fasiyal sinir hasarı ile daha sık karşılaşılır (Harker ve McCabe, 1974).

Ekstratemporal travmatik fasiyal sinir yaralanmaları, fasiyal sinirin temporal kemiğe girmeden ya da temporal kemiği terkettiği stilomastoid foramenden sonraki hasarlanmalarına dair fasiyal felçleri içerir. Cerrahi operasyonlara bağlı fasiyal felçler tedavi sırasında oluşturulmuş sinir hasarı ya da komplikasyonlardan kaynaklanır ve travmatik fasiyal felçlerin %70'ini oluşturur. Travmatik fasiyal felç en fazla vestibüler schwannoma cerrahi operasyonundan sonra görülür (Harker ve McCabe, 1974).

Ramsay Hunt Sendromu

Ramsay Hunt sendromu (RHS), *varicella zoster virüsü* (VZV)'nün neden olduğu bulaşıcı bir hastalıktır. Ana klinik semptomları akut yüz felci, iç kulak fonksiyon bozukluğu, şiddetli kulak ağrısı ve kulak kepçesinde veya ağızda herpetiform veziküllerin varlığıdır (Uscategui ve ark., 2008). İlk kez 1907'de J. Ramsay Hunt (Hunt, 1907) tarafından tanımlanan sendrom, periferik yüz felcinin en yaygın nedenlerinden biridir.

Ramsay Hunt sendromunun insidansı, 60 yaşından büyük hastalarda önemli ölçüde artan bir oranla, yılda Amerika Birleşik Devletleri nüfusunun 100.000'inde yaklaşık 5 vakadır (Murakami ve ark., 1998). Hastalığın çocuklarda hem daha az sıklıkta hem de daha az şiddetli olduğu kabul edilir (Hato ve ark., 2000; Sweeney ve Gilden, 2001). Ancak literatürde çocuklara ilişkin raporlar sınırlıdır ve pediatrik Ramsay Hunt sendromunun klinik özellikleri ve prognozu belirsizliğini korumaktadır (Hato ve ark., 2000; Sweeney ve Gilden, 2001).

Ramsay Hunt sendromu, genikulat ganglion (fasiyal sinirin duyuşal ganglionu)'daki latent *varicella zoster virüsü*'nün reaktivasyonundan kaynaklanır. Ortaya çıkan inflamasyon ve ödem fasiyal sinirin sıkışmasına neden olur. Viral demiyelinizasyon sinirin daha fazla hasar görmesine katkıda bulunabilir. Viral bir prodrom veya bir üst solunum yolu enfeksiyonu ilk semptomlar olabilirken, ana klinik semptomlar olan kulak ağrısı ve döküntülere, kulak çınlaması ve vertigo gibi kokleovestibüler bozukluklar eşlik edebilir. V, IX, X, XI ve XII gibi diğer kraniyal sinirlerin tutulumu nadirdir (Rafael ve ark., 2016).

Kalıcı yüz deformitesi ve diğer olası RHS sekelleri, hastanın sosyal yaşamını önemli ölçüde etkiler. Bu nedenle, bu klinik durumun erken teşhisi ve tedavisi, bu tür sekelleri önlemek için esastır (Dickins ve ark., 1988; Murakami ve ark., 1998).

Lyme Hastalığı

Lyme hastalığına, doğu Kuzey Amerika'da bulunan keneler tarafından bulaşan *spiroket Borrelia burgdorferi* bakterisi neden olmaktadır (Ogden ve ark., 2014). Lyme hastalığı hem Kanada'da hem de Amerika Birleşik Devletleri'nde oldukça yaygındır. Kanada'daki istatistikler, 2009 ve 2015 yılları arasında rapor edilen vaka sayısında 6 kat artış olduğunu göstermektedir (Gasmi ve ark., 2017). Son yıllarda vaka sayılarındaki istikrarlı artışın nedeninin hastalık ile ilgili farkındalığın artması veya endemik bölgelere seyahatteki artış olabileceği bildirilmiştir (Hobson ve Weatherall, 2012). Lyme hastalığı, 45-74 yaş aralığındaki yetişkinlerde ve 5-9 yaş aralığındaki çocuklarda yüksek insidans ile yaşa göre iki modlu bir dağılım göstermektedir (Gasmi ve ark., 2017). Çalışmalar Lyme hastalığı olan hastaların yaklaşık %10'unun yüz felci geliştirdiğini göstermiştir (Masterson ve ark., 2015). Lyme hastalığının temel nedeni olarak hümmoral otoimmüniteyi destekleyen klinik ve moleküler kanıtlar mevcuttur (Jowett ve ark., 2017).

Doğumda Görülen Fasiyal Felç

Doğumda mevcut olan fasiyal felç, gelişimsel bir problemten veya dış/çevresel faktörlerden kaynaklanabilir. Gelişimsel problemler "Gelişimsel Anomali Kaynaklı Fasiyal Felçler" başlığı altında daha önce tartışılmıştır. En yaygın dış faktör doğum travması veya doğum öncesi kompresyondur. Yenidoğanda fasiyal sinir daha yüzeysel olduğu için annenin pelvisinin sakral çıkıntısına karşı kompresyona veya doğumda forseps çıkarılması sırasında yaralanmaya karşı daha savunmasızdır. Uzun süreli doğum öyküsü, forseps kullanımı ve kulak ve mastoid bölgede hematoma varlığı doğum travmasını düşündürmelidir. Diğer dış faktörler doğum öncesi enfeksiyonlar, damar yaralanmaları veya teratojenlere maruz kalmadır. Doğum travmasının neden olduğu doğumsal fasiyal felç çoğunlukla geçicidir ve genellikle 2 yıl içinde düzelir. (Decraene ve ark., 2020).

Melkersson-Rosenthal Sendromu

Melkersson-Rosenthal sendromu (MRS), fasiyal felç, fissür dil ve orofasiyal ödem üçlüsü ile karakterize, etiyolojisi henüz bilinmeyen, nadir görülen nöro-mukokutanöz granülomatöz bir hastalıktır (Rivera-Serrano ve ark., 2014). Melkersson-Rosenthal sendromunun yüz felci ile ilişkisi ilk olarak 1928'de Ernst Gustaf Melkersson tarafından tanımlanmıştır (Melkersson, 1928). Hastalığın tekrar eden ve ilerleyici bir seyri vardır ve patofizyolojisi açık değildir. Hastalarda üç semptomdan sadece ikisinin bulunmasına ‘‘oligosemptomatik form’’, üçlü semptomların aynı anda bulunmasına ‘‘triad’’ adı verilir. Üçlü semptom/bulgular aynı anda veya farklı zamanlarda mevcut olabilir (Rivera-Serrano ve ark., 2014). Tam triad hastaların %8-30’unda bildirilmiştir (Martinez Martinez ve ark., 2012); bu nedenle, oligosemptomatik form daha yaygındır.

Hastalığın insidansı bilinmemekle birlikte, yılda 100.000'de 0.2 ile 80 arasında olduğu tahmin edilmektedir. Sendrom Avrupa'da Amerika'dan daha sık görülür. Nadir görülen bir hastalık olması ve başvuru anında klasik triadın her zaman görülmemesi nedeniyle MRS tanısı genellikle zordur (Rivera-Serrano ve ark., 2014).

Enfeksiyöz Mononükleoz

Enfeksiyöz mononükleoz, *Epstein-Barr virüsü* (EBV)’nün sebep olduğu klinik bir sendromdur (Smatti ve ark., 2018; Stemberger ve ark., 2018). *Epstein-Barr virüsü* tipik olarak tükürük yoluyla yayılan bir herpes virüsü türüdür. Enfeksiyöz mononükleoz yetişkinlerde nadirdir, en yüksek insidansın kaydedildiği yaş grubu 15 ila 24’dür. Hastalık klasik olarak ateş, lenfadenopati ve tonsiller farenjit ile kendini gösterir (Mohseni ve ark., 2022).

Tüm EBV enfeksiyonlarının %7'sinde nörolojik komplikasyonlar bildirilmiştir. Fasiyal sinir, tüm kranial sinirler arasında en sık etkilenen sinirdir (Grassin ve ark., 2017). Fizyopatolojisi şu anda bilinmemektedir.

2.5.3. Fasiyal Felcin Günlük Hayata Etkisi ve Psikolojik Önemi

Yüz karmaşık bir yapıya sahiptir ve mimiklerin gerçekleştirilmesi için yüz kaslarının ve bunları innerve eden sinirlerin koordineli bir şekilde çalışması gerekir. Mimik kaslarının faaliyetleri sayesinde yüzdeki yumuşak dokuda morfolojik değişiklikler oluşturulur ve duygular bu şekilde ifade edilir. Yüz, kişiler arası iletişimde büyük öneme sahiptir (Mehrabian ve Ferris, 1967). Fasiyal kasların hareketi konuşmada dolayısıyla sosyal

iletişim ve etkileşimde önemli bir rol oynamaktadır (Nicholls ve ark., 2004; Mehta ve ark., 2008; Popat ve ark., 2010). Yüz aynı zamanda güzellik, cinsel çekicilik ve ilginin önemli bir parçasıdır (Neely ve ark., 2010). Yüzdeki yumuşak veya sert dokudaki travma veya nörolojik problemlerin neden olduğu fonksiyonel veya morfolojik bozulmalar, kişinin kendini ifade etme yeteneğinin önündeki en büyük engeldir (Melvin ve Limb, 2008). Değişen yüz hareketleri ayrıca, korneal korumada, beslenme sırasında yanak ve dudak hareketliliğinde, labial kompetansta ve nazal inspirasyonda yetersizlik gibi visseral fonksiyon bozukluklarına neden olabilir (Yetiser ve Karapinar, 2007; Zernial ve ark., 2007; Walker ve ark., 2012). Fonksiyonel eksikliklerden en zorlayıcı olanı, yüzeyel lezyonlara, ülserlere ve son olarak görme kaybına yol açan korneanın lubrikasyon eksikliğidir.

Rekonstrüktif cerrahi teknikleri ile fasiyal felcin bu psikososyal ve fonksiyonel etkileri giderilmeye çalışılmaktadır.

2.5.4. Fasiyal Felcin Derecesinin Belirlenmesinde Kullanılan Metotlar

Fasiyal felçli hastalarda yüz mimiklerini eski haline getirmek için bir dizi cerrahi prosedür uygulanmaktadır. Fasiyal felçten etkilenen ve yüz reanimasyon prosedürleri ile tedavi edilen hastaların klinik yönden değerlendirilmesi takip açısından çok önemlidir. Bu takipler sırasında mimikleri değerlendirmek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.

2.5.4.1. Geleneksel Klinik Metotlar

Fasiyal felci derecelendirmek için öncelikle çeşitli ölçekler geliştirilmiştir. Bunlardan en yaygın kullanılanları House – Brackmann ölçeği, Sunnybrook skorlama sistemi, Yanagihara sistemi ve Facial Sinir Derecelendirme Sistemi 2.0 (House ve Brackmann, 1985; Ross ve ark., 1996; Yanagihara ve Hato, 2003; Vrabec ve ark., 2009)'dır. Bu geleneksel klinik metotların maliyeti oldukça düşüktür ve her yerde herhangi aparat olmadan kullanılabilir.

House-Brackmann (HB) Skalası

İlk kez 1983 yılında bilim dünyasına tanıtılan (House, 1983) ve 1985 yılında Fasiyal Sinir Hastalıkları (FND) Komitesi tarafından standart olarak seçilen House-Brackmann (HB) skalası (House ve Brackmann, 1985), yüz motor fonksiyonunu 6 dereceye ayırarak fasiyal felcin teşhisinde büyük bir veri sağlamaktadır. Ayrıca HB skalası kullanım kolaylığı ve

rahatlığı nedeniyle en yaygın kullanılan fasiyal sinir derecelendirme sistemlerinden biridir.

House-Brackmann skalası fasiyal sinir fonksiyonunu raporlamak için standart bir yöntem sağlamada başarılı olmuş olsa da bazı eksiklikleri mevcuttur. Bunlardan ilki bu sistemin yalnızca kaba gösterimler sağlaması, fasiyal sinir disfonksiyonunun daha ince derecelerini ayırt edememesidir. Bölgesel değerlendirme sonuçları, genel felç derecesinin değerlendirilmesine uygun şekilde yansıtılamaz. Sinkinezi ve kontraktür gibi ikincil kusurlar (kas güçsüzlüğü dışındaki fonksiyonel kusurlar) doğru bir şekilde değerlendirilemez. Sistem felç durumundaki değişikliklere duyarlı değildir ve klinik olarak farklı iyileşmeleri karşılaştırmak zor olabilir. Dolayısıyla prognozu belirlemede sınırlı kalmaktadır. Ayrıca skalanın subjektif doğası gözlemci hatasına eğilimi artırır, bu durum gözlemciler arası yüksek değişkenlikle ve güvenilirliğin azalmasıyla sonuçlanır (Kang ve ark., 2002; Lee ve ark., 2013).

Sunnybrook Skorlama Sistemi

House-Brackmann skalasının çeşitli eksikliklerinden dolayı alternatif derecelendirme sistemleri geliştirilmiştir. Bunlardan bir tanesi 1996 yılında Ross ve arkadaşları (Ross ve ark., 1996) tarafından önerilen Sunnybrook (SB) skorlama sistemidir. Bu sistem, tek bir bileşik skora ikincil kusurların dahil edildiği subjektif bir skalayı temsil eder.

Sunnybrook sistemi her bir fasiyal sinir bölgesini puanlar, istirahatte ve istemli-istemli hareketler sırasında simetriyi değerlendirerek fasiyal felci derecelendirir. Kategorik yanıtlama ölçeklerinde cevaplanan 3 istirahat, 5 istemli hareket ve 5 sinkinezi olmak üzere 13 maddeden oluşmaktadır. Bir SB birleşik puanı (0-100), istirahat simetrisi (0-20), istemli hareket (20-100) ve sinkinezi (0-15) alt puanları hesaplanmaktadır (van Veen, Bruins, ve ark., 2020). Sunnybrook skorlama sistemi, yüz iyileşmesindeki değişiklikleri değerlendirmede hassastır ve hem yeni başlayanlar hem de uzmanlar için gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilir bulunmuştur (Lee ve ark., 2013). 2015 yılında, fasiyal fonksiyon derecelendirme skorlamalarına ilişkin yayımlanmış bir inceleme, SB'nin değerlendirme hedeflerini en iyi şekilde gerçekleştiren skala olduğunu bildirmiş ve fasiyal sinir bozukluklarının sonuçlarının raporlanmasında mevcut standart olarak benimsenmesini tavsiye etmiştir (Fattah ve ark., 2015). Ancak bu sistemin HB

derecelendirmesinin yerini alması zor olmuştur (Lee ve ark., 2013). Sunnybrook skorlama sisteminin bir eksikliği de sinkinezinin bileşik puana dahil edilmesi açık ve net bir şekilde gerçekleşirken, diğer ikincil kusurlardan söz edilmemesidir (Kang ve ark., 2002). Son olarak SB skorlama sistemi farklı değişkenlik faktörleri nedeniyle onu sınırlamaya tabi kılan öznel bir ölçek olmaya devam etmektedir.

Yanagihara Skorlaması

Fasiyal sinir hasarı derecelendirme sistemlerinden bir diğeri Yanagihara skorlama metodudur. 1976 yılında tanıtılan Yanagihara sistemi (Yanagihara, 1976) , çoğunlukla Japonya'da kullanılan bölgesel bir ölçektir. Bu sistem yüzde bulunan 10 kasın hareketini değerlendirir ve her birine 0-4 arasında puan vererek maksimum 40 puanlık değerlendirme yapar (Brenner ve Neely, 2004). Yanagihara sisteminde 0-6, 8-14, 16-22, 24-30, 32-38 ve 40 puanları, HB skalasının sırasıyla VI, V, IV, III, II ve I derecelerine karşılık gelir. Yanagihara sistemi Japonya dışında yaygın olarak kullanılmamasına ek olarak bu sistemin değerlendirme kriterleri oldukça karmaşık olduğundan kullanımı zordur (Lee ve ark., 2013).

Fasiyal Sinir Derecelendirme Sistemi 2.0

2009 yılında FND Komitesi, HB derecelendirmesinin basitliğini korurken sınırlamalarını telafi eden Fasiyal Sinir Derecelendirme Sistemi 2.0'ı (FNGS 2.0) tanıtmıştır (Vrabec ve ark., 2009). Fasiyal Sinir Derecelendirme Sistemi 2.0'da (1-6) arasında puanlama yapılır. Bu sistemde duysal eksiklikler değerlendirilemese de kaş, göz, nazolabial kıvrım ve oral bölgelerin ayrıntılı bölgesel değerlendirmeleri mümkündür. Bu da hastalığın derecesinin ve prognozunun değerlendirilme yeteneğini artırır. Ayrıca, HB derecelendirme sistemi sinkineziyi derece II veya III olarak belirsiz bir şekilde puanlarken, FNGS 2.0 sistemi sinkineziyi ayrı bir kategoride sınıflandırır ve şiddetine bağlı olarak 0-3 puan arasında ölçeklendirir. Fasiyal Sinir Derecelendirme Sistemi 2.0 ayrıca HB sisteminde bulunan III ve IV gibi ayırt edilmesi zor olan dereceleri daha net bir şekilde kategorize etmektedir (Lee ve ark., 2013).

Geleneksel Klinik Metotların Dezavantajları

Geleneksel klinik metotların önemli kısıtlamaları vardır. Değerlendirmeler çoğunlukla nitelikseldir, kişisel gözlemlere dayanır. Bu nedenle öznel ve potansiyel olarak

tekrarlanamazlar (Coulson ve ark., 2005). Ölçümler ve gözlemciler arasında oldukça belirgin farklılıklar vardır (Linstrom, 2002). Sadece yüzün kaba tahminlerini sağlarlar çünkü belirli bir ilgi alanını değerlendirmek için yararlı olamayacak kadar geniş kapsamlıdır. Tüm bu kısıtlamalar subjektif araçların klinik kullanımını sınırlamaktadır.

2.5.4.2. Objektif Metotlar

Fasiyal felcin değerlendirilmesinde, objektif ölçümlerden çok klinisyenler tarafından kullanılan ölçeklere odaklanılmıştır. Bununla birlikte, tedavi seçeneklerini değerlendirmek için klinisyenlerin sonuçları karşılaştırması gerekir. Bu nedenle standart objektif ölçümlere olan ihtiyaç geniş çevrelerce kabul edilmiştir (Hadlock ve Urban, 2012; Fattah ve ark., 2015).

Fotoğrafik metot

İstirahatte ve aşamalı yüz hareketleri sırasında uygulanan klinik fotoğrafçılık, klinik uygulamada yaygın olarak kullanılan basit bir ölçüm yöntemidir. 2015 yılına ait sistematik bir inceleme, 13 farklı fotoğrafik değerlendirme yöntemini tanımlamıştır (Kleiss ve ark., 2015). Photoshop ile ilgili fotoğrafik analiz araçları (Adobe Systems, San Jose, CA) en yaygın kullanılanlar arasındadır. Avantajları, düşük maliyetli olmaları ve özel ekipmana ihtiyaç duyulmamasıdır. Manuel sistemler, klinik uygulamada kullanımı zorlaştıracak şekilde hastanın yüzüne marker yerleştirme gerektirebilir. Ancak Facegram ve Emotrics yazılımı olmak üzere marker gerektirmeyen iki tane yazılım geliştirilmiştir (Dusseldorp ve ark., 2018).

Videografik metot

Fasiyal felç, mimiklerin kinetiğini büyük ölçüde etkilemektedir. Videografik metot, fasiyal felçte yüz reanimasyon prosedürleri ile tedavi edilen hastaların klinik yönden değerlendirilmesinde kullanılan yöntemlerden bir tanesidir. Frey ve arkadaşlarının ortaya koyduğu iki yöntem (Frey ve ark., 1994; Frey ve ark., 1999), FACIAL CLIMA çalışması (Hontanilla ve Auba, 2008) ve Sforza ve arkadaşlarının yöntemi (Sforza ve ark., 2010; Sforza ve ark., 2012) bu konuyla ilgili iyi çalışılmış dört yöntem olarak literatürde yerini almıştır.

Fotoğrafik ve Videografik Metotların Dezavantajları

Fasiyal felcin objektif olarak değerlendirilmesi için çekilen fotoğraflar ve videolar üzerinden çeşitli yazılımlar (Frey ve ark., 1994; Frey ve ark., 1999; Dulguerov ve ark., 2003; Wang ve ark., 2004; Hontanilla ve Auba, 2008; Sforza ve Ferrario, 2010; Hadlock ve Urban, 2012; Sforza ve ark., 2012; Kleiss ve ark., 2015) kullanılmıştır. Ancak fotoğraf ve video gibi 2B sistemler yalnızca doğrusal mesafeler ve açılar sağlar. Yüz hareketi üç uzaysal düzlemde de gelişen karmaşık bir aktivitedir; bu nedenle 2B kayıtlar bu hareketi değerlendirmede eksik kalabilir (Gross ve ark., 1996). Ayrıca kayıtlarda hastanın kafasının oryantasyon farklılıkları ve fotoğraf kalitesinde farklılıklar ortaya çıkabilir ve bu faktörler sonuçları etkileyebilir (Guarin ve ark., 2018). Fotoğraf dokümantasyon protokollerindeki küçük sapmaların bile yüz değerlendirmesinde önemli hatalara neden olduğu kanıtlanmıştır (Dulguerov ve ark., 2003). Videografik teknikler ise çoğunlukla karmaşık, zaman alıcı ve yüksek maliyetli olmalarından dolayı evrensel olarak benimsenmemişlerdir. Dolayısıyla klinikte rutin olarak kullanılabilecek altın standart bir videografik prosedür henüz yoktur (Dusseldorp ve ark., 2018). İster iki ister üç boyutta olsun, objektif video analizi henüz klinik uygulamaya entegre edilmemiş bir araştırma aracı olmaya devam etmektedir. Sonuç olarak bu metotların hiçbirisi kullanım kolaylığı ve elde edilen verilerin doğruluğu açısından tam olarak kabul görmemiştir (Sawai ve ark., 2012).

Yüz Yumuşak Dokusunun Üç Boyutlu (3B) Görüntülenmesi ve Analizi

Mimikleri değerlendirmeye yönelik güvenilir nicel bir yöntem, yüz felcinden etkilenen hastalarda yalnızca geriye kalan fonksiyonu değerlendirmek için değil, aynı zamanda tedavi edilen hastalarda restore edilmiş mimikleri değerlendirmek ve nihayetinde fasiyal reanimasyonun başarı yüzdesini ölçmek için de büyük önem taşımaktadır (Hontanilla ve Marre, 2012; Hontanilla ve ark., 2013). Dolayısıyla tanı ve terapi konseptli planlama ve tedavi edici girişimlerin değerlendirilmesi gibi takip süreçleri için güvenilir objektif bir yönetime ihtiyaç duyulmuştur. Tüm bu ihtiyaçlardan dolayı, çok daha kantitatif veriler sağlayan non-invaziv 3B görüntüleme yöntemleri geliştirilmiştir (Kau ve ark., 2007; Brons ve ark., 2012; Hammond ve Suttie, 2012).

3B optik görüntü toplama sisteminin keşfi, araştırmacıların estetik cerrahiden (Rosati ve ark., 2014; Gibelli ve ark., 2015) genetik sendromların erken teşhisine kadar (Sforza ve ark., 2015; Jayaratne ve ark., 2017) farklı klinik ve cerrahi alanlarda yüzün kantitatif analizini yapmalarına izin vermektedir. Dahası cihazlarla birlikte geliştirilen yazılımlar elde edilen verilerin tedavinin planlanması aşamasında etkili ve rahat bir şekilde değerlendirilmesini sağlamaktadır (Tzou ve Frey, 2011).

3B optik görüntü toplama sisteminde yapılandırılmış ışık teknolojisi organize şekildeki (ızgara, nokta, şerit) beyaz ışığı taranacak yüzeye yansıtıp aynı zamanda yüzeyi fotoğraflayarak yüzey şeklini algılayıp 3B modeller oluşturmaktadır (Olesen ve ark., 2010). Böylece hem yüzeyin 3B morfolojik bilgisi hem de görsel tüm detaylar kaydedilebilmektedir. Kaydedilen veriler üzerinde her türlü ölçüm ve karşılaştırma yapılabilmektedir. Sistem, karmaşık yüz fonksiyonlarının en doğru şekilde değerlendirilmesini sağlamaktadır. Tekniğin diğer önemli avantajları ise invaziv olmaması ve biyolojik risk içermemesidir. Tüm bu avantajlarından dolayı 3B analiz yüz yumuşak doku araştırmalarında bir standart haline gelmiştir.

Yüz asimetrisi değerlendirmesi için bir dizi 3B ölçüm yöntemi geliştirilmiştir.

Üç Boyutlu (3B) Fasiyal Landmark İşaretleme

İşaretlenen landmarkların 3B analizi yüz asimetrisi değerlendirmesi için kullanılan 3B ölçüm yöntemlerinden biridir (Mehta ve ark., 2008; He ve ark., 2009; Tzou ve Frey, 2011; Jorge ve ark., 2012) ve bu yöntem yakın zamana kadar alana hakim olmuştur (Ferrario ve ark., 1994; Ras ve ark., 1995; Shaner ve Peterson, 2000; Ferrario ve ark., 2001; Ferrario ve ark., 2003; Hajeer ve ark., 2004; Sforza ve Ferrario, 2010; Huang ve ark., 2013).

3B fasiyal landmark işaretleme yönteminde; sagittal düzlem (YZ), transvers düzlem (XZ) ve koronal düzlem (XY) referans düzlemler olarak belirlenir. Üç düzlemin kesişme noktası (örneğin iki endokanthion arası mesafenin orta noktası), koordinat sisteminin orijini olarak kabul edilir (Zhurov ve ark., 2010; Toma ve ark., 2012). Belirlenen antropometrik landmarklar, bir gözlemci tarafından, her yüz taramasına, literatürde verilen tanımlara göre (Farkas, 1994) manuel olarak yerleştirilir. X, Y ve Z koordinatlarına ait değerler yazılımdan elde edilir ve bir Excel tablosuna aktarılır. Her bir

landmark için yüz asimetrisi çeşitli “Asimetri İndeksi” formülleri (Ferrario ve Sforza, 2007; Huang ve ark., 2013) aracılığıyla hesaplanır.

Üç Boyutlu (3B) Fasiyal Landmark İşaretleme Yönteminin Dezavantajları

3B fasiyal landmark işaretleme yönteminin geniş kullanım alanına rağmen bazı dezavantajları vardır. 3B yüz taramalarında landmarkların manuel olarak tanımlanması zaman alıcı olabilir ve gözlemciler arası değişkenlik bazı landmarklar için yüksek olabilir (Toma ve ark., 2009). Yüz orta hattını belirlemek için yaygın olarak kullanılan landmarklar yüzün ortasında olmayabilir ve bu da doğru simetri düzleminin oluşturulmasını etkiler (Meyer-Marcotty ve ark., 2011). Ayrıca, landmarkların tanımlanmadığı yüz bölgeleri basitçe göz ardı edilir (Ferrario ve ark., 2001; Zhurov ve ark., 2010). Elde edilen bilgiler landmarklar arasındaki yüzeyle ilgili verilerden yoksundur.

Üç boyutlu (3B) yüzey analizi yöntemi

3B fasiyal landmark işaretleme yönteminin dezavantajlarından dolayı, bazı araştırmacılar, yüzün binlerce noktasını hesaba katan ve tam bir yüz analizine izin veren, landmarklardan bağımsız (yüzeye dayalı) yaklaşımlar geliştirmişlerdir (Nkenke ve ark., 2006; Zhurov ve ark., 2010; Meyer-Marcotty ve ark., 2011; Djordjevic ve ark., 2012; Djordjevic, Lawlor, ve ark., 2013; Djordjevic, Pirttiniemi, ve ark., 2013; Verhoeven, Coppen, ve ark., 2013; Verhoeven, Nolte, ve ark., 2013; Gibelli ve ark., 2017). 3B yüzey analizi yöntemi yüz asimetri analizine yönelik bu yaklaşımlardan biridir. Bu yöntemle yüzün her iki yarısı arasındaki farklılıklardan kaynaklanan asimetrisinin belirlenmesi için elde edilen 3B yüz taramasının ayna görüntüsü bir program yardımıyla otomatik olarak oluşturulur. Bu yöntem daha önce ya landmarklardan bağımsız olarak güvenilir bir simetri düzlemi oluşturmak ya da orijinal ve ayna yüz görüntülerini karşılaştırarak yüz asimetrisini ölçmek için kullanılmıştır (Zhurov ve ark., 2010; Djordjevic ve ark., 2012; Djordjevic, Lawlor, ve ark., 2013; Djordjevic, Pirttiniemi, ve ark., 2013; Verhoeven, Coppen, ve ark., 2013; Verhoeven, Nolte, ve ark., 2013). Oluşturulan ayna görüntüsü özel yazılımda orijinal görüntü ile üst üste bindirilerek aynı hizaya getirilir. Bilgisayar algoritması yüzeyler arasındaki ortalama mesafeyi hesaplar. Elde edilen RMS (root mean square = ortalama karekök) değerleri yüzün sağ ve sol yarısı arasındaki asimetriyi kantitatif bir veri olarak

sunmaktadır. Düşük RMS değerleri orijinal yüz görüntüsü ve ayna yüz görüntüsünün benzerliğini gösterirken, RMS değerlerindeki artış ise yüz asimetrisinin fazla olduğunu belirtmektedir. Ayrıca sistem tarafından yüz asimetrisinin miktarını ve yerini değerlendirmek için renkli haritalar üretilir. Asimetri analizi hem tüm yüz hem de yüzün farklı bölgeleri için uygulanabilmektedir.



3. GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmamıza tek taraflı periferik fasiyal felç tanısı almış, ortalama yaşları 43.59 ± 19.47 (yaş aralığı 12-78) olan 17 hasta (10 kadın, 7 erkek) ve ortalama yaşları 44.9 ± 14.7 (yaş aralığı 13-75) olan 20 sağlıklı gönüllü (10 kadın, 10 erkek) dahil edildi.

Çalışmaya dahil edilen tüm katılımcılar Kafkas etnik kökenliydi. Sağlıklı kişiler daha önce kraniyomaksillofasiyal veya ortodontik cerrahi geçirmemiş, yüzlerinde herhangi bir deformasyon, yanık, yara izi, dermal dolgu maddesi ve botulinum toksin enjeksiyonu veya cilt hastalığı bulunmayan bireyler arasından seçildi.

Çalışma prosedürleri katılımcılara veya yasal vasilerine detaylı bir biçimde açıklandı ve ‘‘Asgari Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu’’ doldurtularak onayları alındı. Çalışmamız için Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından etik onay (karar no: 405) alındı. Çalışmamız Helsinki Deklerasyonu’na uygun olarak gerçekleştirildi.

3.1. Üç Boyutlu (3B) Yüz Taraması

Tüm katılımcıların yüzleri ışık tabanlı Artec EVA 3B tarayıcı (Artec Group 2013, Luxembourg) ile tarandı (Şekil 3.1). Tarayıcının çalışma mesafesi 0.4m-1m arasında olup, 3B doğruluğu 0.05mm’ye kadar ve 3B çözünürlüğü 0.1mm’ye kadardır. Tarama için bir bilgisayar ve Artec Eva Studio 16 yazılımı (version 16.0.8.2; Artec Group, Luxembourg) kullanıldı.

Taramalar katılımcılar oturur pozisyondayken başlarını doğal baş pozisyonunda tutmaları istenerek alındı. Doğal baş pozisyonu kişinin başını dengede hissettiği pozisyon olarak belirlendi. Kayıtlar nötr (istirahat), kaş kaldırma, göz kapama, diş gösterme ve ıslık çalma yüz ifadeleri esnasında alındı (Şekil 3.1). Her bir yüz ifadesinin taranması ortalama 10 saniye sürdü.



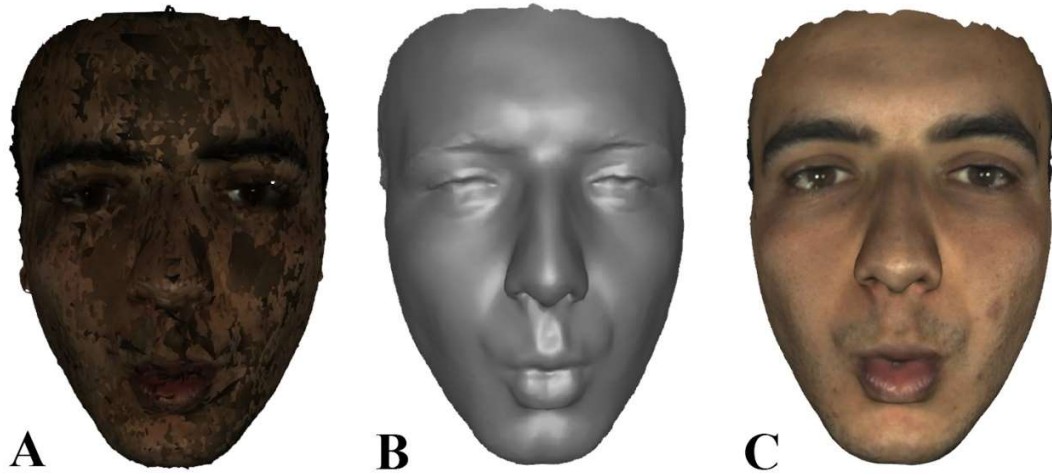
Şekil 3.1. Beş farklı yüz ifadesi sırasında gerçekleştirilen 3B tarama işlemi

3.1.1. Üç Boyutlu (3B) Taramaların İşlenmesi

Farklı yüz pozisyonlarından elde edilen ham taramalar Artec Studio yazılımının aynı çalışma alanına aktarıldı (Şekil 3.2A). Bilgisayara aktarılan görüntüler her bir hasta için ayrı ayrı klasörlendi. Aynı kişiye ait farklı pozisyonda yapılan taramalar translasyon ve rotasyon yöntemleri ile üç ekseninde manuel olarak aynı konuma getirildi ve sonrasında her birine uygulanan yüzey haritalama algoritmalarıyla birleştirildi. Hizalama için istatistiksel olarak yüzün en sabit noktası olan orta endokanthion noktası (sağ sol endokanthion arasındaki orta nokta) x, y, z düzlemlerinin ortak orijini olarak tanımlandı (Toma ve ark., 2008; Toma ve ark., 2009). Başın transvers, vertikal ve sagittal anatomik eksenleri sırasıyla x, y ve z eksenleri olarak tanımlandı.

Artec Eva Studio 16 yazılımı kullanılarak uygulanan işlemler sırasıyla aşağıda özetlenmiştir.

1. Yüz dışındaki kulak ve boyun gibi kısımlar saç çizgisinden itibaren silinerek yüz ortaya çıkarıldı.
2. Koordinat sisteminin (X eksen; sol/sağ, Y eksen; üst/alt, Z eksen; ön/arka) orijin noktası translasyon ve rotasyon hareketleri kullanılarak iki endokanthion noktasının ortasına getirildi.
3. Elde edilen yüz görüntüsü üzerinde tarama kaynaklı hataları yok etmek için ‘‘Global Registration’’ işlemi gerçekleştirildi.
4. Hatalı yüzeylerin yok edilmesinin ardından keskin bir yüz görüntüsü oluşturmak için ‘‘Sharp Fusion’’ işlemi gerçekleştirildi.
5. Elde edilen yüz görüntüsünün etrafındaki küçük objelerin giderilmesi için ‘‘Small Object Filter’’ işlemi gerçekleştirildi.
6. Son olarak oluşturan yüz modelinden net ve pürüzsüz bir görüntü elde etmek için ‘‘Mesh Simplification’’ işlemi yapıldı. Bu işlemlerin uygulanmasının ardından 3B yüz görüntüsü elde edilmiş oldu (Şekil 3.2B).
7. Elde edilen 3B yüz görüntüsü (Şekil 3.2B) ve ham yüz görüntüsü (Şekil 3.2A) Artec Eva Studio yazılımının içerisinde üst üste bindirilip ‘‘Texture’’ işlemi uygulanmasının ardından 3B gerçek yüz görüntüsü elde edildi (Şekil 3.2C).



Şekil 3.2. Yüz taramalarının 3B Artec studio 16 yazılımı ile işlenmesi

A: Tarama sonrası elde edilen ham görüntü, B: 3B yüzeyin eldesi, C: 3B yüzeyin texture ile dokulandırılması

3.2. Veri analizi

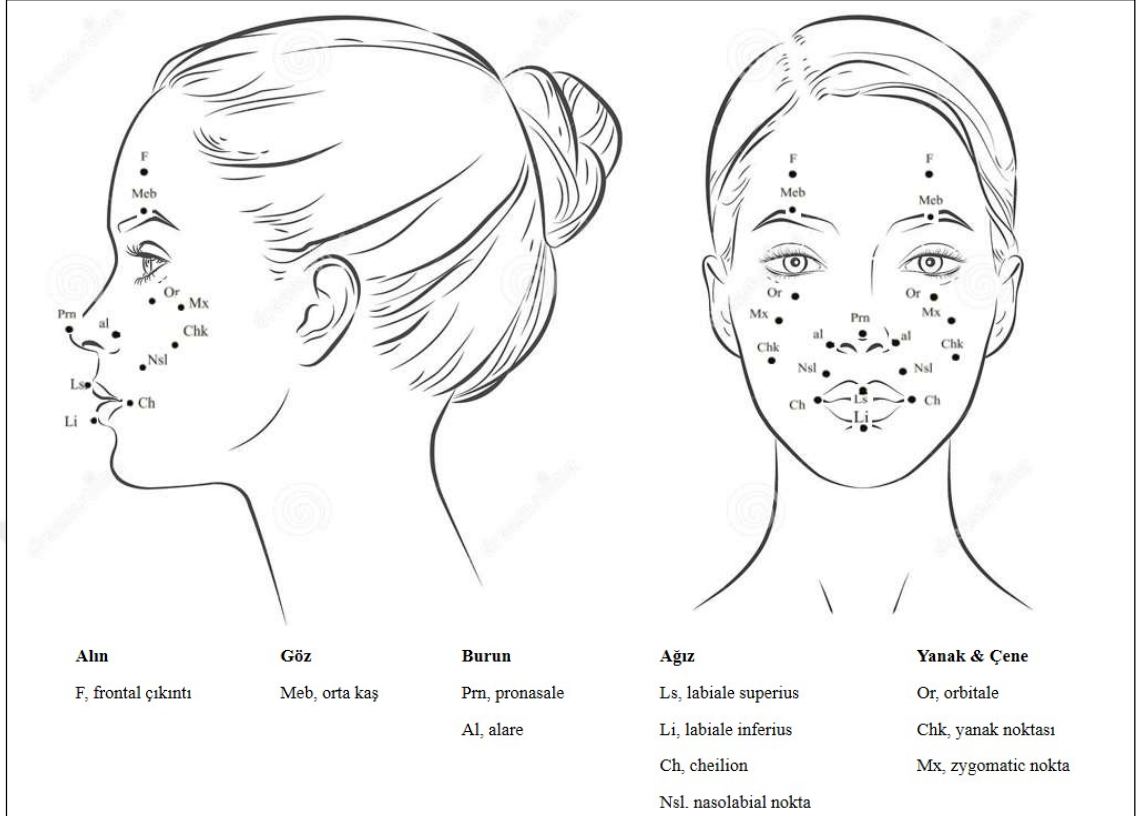
3.2.1. Landmarklar Kullanılarak Asimetri Analizi

Yüzde alın, göz, burun, ağız, yanak ve çenede meydana gelen morfolojik değişikliklerin noktasal düzeyde incelenebilmesi için her bir bölgede çeşitli landmarklar belirlendi. Bu landmarklar ve tanımları Tablo 3.1 ve Şekil 3.3’de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Yüz analizinde kullanılan landmarklar

Kısaltma	Landmark	Tanım
ALIN		
F	Frontal çıkıntı	Alnın pupilla hizasında en çıkıntılı noktası
GÖZ		
Meb	Orta kaş	Kaşın orta noktası
BURUN		
Prn	Pronasale	Apex nasi’nin en uç noktası
Al	Alare	Nasal ala’nın en dış noktası
AĞIZ		
Ls	Labiale superius	Vermilion hattının üst orta noktası
Li	Labiale inferius	Vermilion hattının alt orta noktası
Ch	Cheilion	Dudak komissürü
Nsl	Nasolabial nokta	Nasolabial katlantının orta noktası
YANAK & ÇENE		
Or	Orbitale	Orbita kenarının en alt noktası
Chk	Yanak noktası	Ağız komissürü ve temporomandibular eklem arası mesafenin ilk ve ikinci çeyreği arasındaki nokta
Mx	Maxillar nokta	Ala ve temporomandibular eklem arası mesafenin ilk ve ikinci çeyreği arasındaki nokta

Soldan sağa doğru sütunlarda sırasıyla landmarklara ait kısaltmalar, landmarkın tam adı ve tanımı verilmiştir.



Şekil 3.3 Yüz analizinde kullanılan landmarkların şematize gösterimi

3.2.1.1. Landmarkların 3B Kartezyen Koordinat Sisteminde Öklidyen Mesafesinin Hesaplanması

Asimetri analizi için kullanılacak olan landmarklar gözlemci tarafından dijital ortamda manuel olarak 3B yüzey üzerindeki yerlerine koyuldu. Orijin sağ ve sol endokanterin orta noktası olmak üzere, her bir landmarkın 3B kartezyen koordinat sisteminde Öklidyen mesafesi hesaplandı.

$$\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$$

3.2.1.2 2B Landmark Tabanlı Asimetri İndeksinin Hesaplanması

Yüzün her iki yarısındaki landmarkların x eksenindeki orijine olan mesafeleri, kullanılan asimetri indeksi (AI) formülüne yerleştirilerek 2B asimetri analizi gerçekleştirildi (Ferrario ve Sforza, 2007).

$$|(X_{sol} - X_{sağ}) / (X_{sol} + X_{sağ}) * 100|$$

3.2.1.3. 3B Landmark Tabanlı Asimetri İndeksinin Hesaplanması

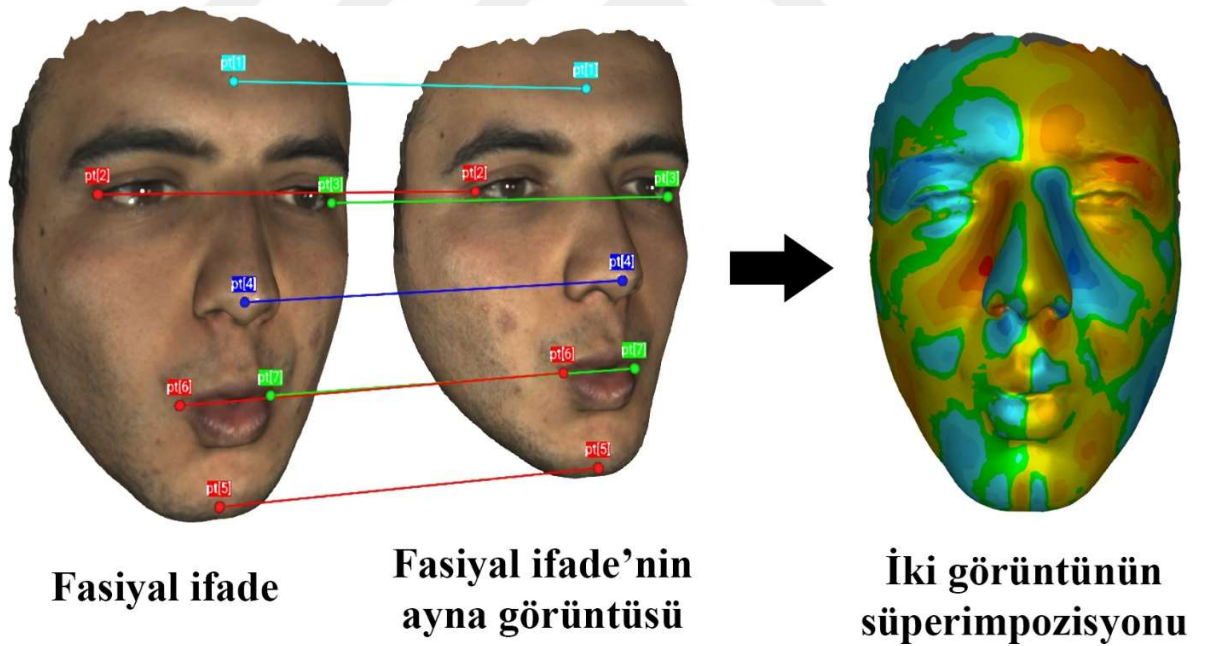
3B asimetri analizi ise landmarkların x, y ve z eksenlerindeki orijine göre yer değiştirme mesafeleri kullanılarak AI formülü ile hesaplandı (Huang ve ark., 2013).

$$\sqrt{(X_{sol} - X_{sağ})^2 + (Y_{sol} - Y_{sağ})^2 + (Z_{sol} - Z_{sağ})^2}$$

Tüm hesaplamalarda Microsoft Office Excell 2016 MSO (16.0.4849.1000) programı kullanıldı.

3.2.2. Üç Boyutlu (3B) Yüzey Kullanılarak Asimetri Analizi

Yüzün her iki yarımı arasındaki farklılıklardan kaynaklanan asimetrinin belirlenmesi için elde edilen 3B yüz taramasının Netfabb Basic (versiyon 6.0.0146. Netfabb GmbH 2013 Lupburg Germany) programı kullanılarak ayna görüntüsü oluşturuldu. Oluşturulan ayna görüntüsü Artec Studio yazılımında orijinal görüntü ile üst üste bindirilerek (süperimpozisyon) aynı hizaya getirildi (alignment) (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. 3B orijinal yüz ve ayna görüntülerinin belirli lanmarklar kullanılarak superimpoze edilmesi ve renkli yüzey sapma haritalarının oluşturulması

İki yüzey arasındaki ölçüm mesafesi, yüz bölgesinde tüm alanın ölçülebileceği minimum değere ayarlandı. Yazılım tarafından asimetri değeri olan RMS (root mean square =

ortalama karekök) hesaplandı. RMS değerleri yüzün sağ ve sol yarımı arasındaki asimetriyi kantitatif bir veri olarak sunmaktadır. RMS değeri, üst üste bindirilen iki yüz bölgesini oluşturan ortalama on bin nokta (vertex) arası mesafenin karekök ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. “x1, x2, ...xn” orijinal ve ayna görüntülerini oluşturan vertexler arasında ölçülen mesafeler kümesi olmak üzere, RMS (kuadratik ortalama) bu mesafelerin karelerinin ortalamasının karekökü olarak hesaplanır.

$$RMS = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}{n}}$$

Düşük RMS değerleri orijinal yüz görüntüsü ve ayna yüz görüntüsünün benzerliğini göstermektedir. İki yüz bölgesi eğer tamamen aynı ise RMS değerlerinin sonucu sıfır olması gerekmektedir. RMS değerlerindeki artış ise yüz asimetrisinin fazla olduğunu belirtir. İki yüzey arasındaki farklılıklar değişik renklerle, her renk farklı miktarda ve doğrultuda milimetrik değişimi belirtecek şekilde yazılım tarafından hesaplanarak renk haritası şeklinde gösterildi.

3.3. Verilerin Karşılaştırılması

Landmark ve yüzey analizleri gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirlik testlerinin gerçekleştirilebilmesi için iki farklı gözlemci tarafından ikişer kez tekrarlandı. Her bir gözlemci landmark analizi için her katılımcının yüz bölgesine 19 landmark işaretledi. İşaretlenen landmarkların orijine olan oklidyen mesafelerinin ortalaması alındı. Elde edilen ortalama değerlerin her bir yüz ifadesi için gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirliği analiz edildi. Ayrıca her iki gözlemci tarafından tekrarlanan yüzey analiz ölçümlerinin benzer şekilde gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirliği test edildi.

3.4. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analiz için IBM SPSS Statistics Version 23 yazılımı kullanıldı. Gözlemci içi ve gözlemciler arası ölçümlerin güvenilirliğinin test edilmesi için Intra Class Corelation Coefficiency (ICC) (3,1) (Two-way mixed, single measures, consistency) kullanıldı. Tespit edilen ICC değerleri için; ICC < 0.70 düşük uyum, 0.70-0.79 arası değerler orta uyum, 0.80-0.90 arası iyi uyum ve 0.90 üstü değerler mükemmel uyumlu olarak yorumlandı.

2B ve 3B landmark tabanlı ve 3B yüzey analiz sonuçlarının fasiyal felçli ve sağlıklı grup arasında farklı olup olmadığını analiz etmek için öncelikle verilerin normal dağılıma uyup uymadıklarına bakıldı. Bu amaçla D'Agostino ve Pearson omnibüs normalite testi uygulandı. Normal dağılıma uyan veriler arasındaki fark Unpaired t testi, uymayanlar arasındaki fark ise Mann-Whitney testi ile analiz edildi. $P \leq 0.05$ olan değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.



4. BULGULAR

4.1. Gözlemci İçi ve Gözlemciler Arası Güvenilirliklerin Karşılaştırılması

Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlara göre, bütün hareketler için 2B landmark analizinde gözlemci içi ICC katsayısı sağlıklı bireylerde 0.88, felçli bireylerde 0.76; 3B landmark analizinde sağlıklı bireylerde 0.85, felçli bireylerde 0.76, yüzey analizinde ise sağlıklı bireylerde 0.90, felçli bireylerde 0.93 olarak tespit edildi. Gözlemciler arası landmark analizi sonucunda ise ICC değerleri sağlıklı ve hasta bireylerde sırasıyla 2B landmark analizinde 0.89 ve 0.83, 3B landmark analizinde 0.84 ve 0.86, yüzey analizinde ise 0.93 ve 0.95 olarak belirlendi. Her bir yüz ifadesine ait gözlemci içi ve gözlemciler arası ICC ve %95 güven aralığı değerleri Tablo 4.1’de verilmiştir. Sonuç olarak, bütün yüz ifadelerinin analizi birlikte değerlendirildiğinde, 3B yüzey analizinin sağlıklı ve fasiyal felçli bireylerde hem gözlemci içi ve hem de gözlemciler arası mükemmel uyum gösterdiği belirlenirken, 3B ve 2B landmark tabanlı analizlerin ise orta ve iyi arasında değişen uyum gösterdiği belirlendi. Bunun yanında, gönüllünün sağlıklı veya felçli olmasının sonuçlar arasında belirgin bir farklılığa sebep olmadığı tespit edildi.

Tablo 4.1 Sağlıklı gönüllüler ve fasiyal felçli hastalarda yapılan landmark işaretlemelerinin ve yüzey analizinin gözlemci içi ve gözlemler arası güvenilirlik testleri

	ICC	Analizi	Tüm hareketler	95% CI	Nötr	95% CI	Kaş kaldırma	95% CI	Göz kapama	95% CI	Diş Gösterme	95% CI	İşık Çalma	95% CI
Fasiyal felçli	Gözlemci içi	2B Landmark	0.76	0.66-0.84	0.74	0.42-0.90	0.84	0.61-0.94	0.87	0.68-0.95	0.87	0.67-0.95	0.58	0.15-0.82
		3B Landmark	0.76	0.65-0.84	0.85	0.64-0.94	0.61	0.20-0.84	0.84	0.62-0.94	0.90	0.75-0.96	0.60	0.18-0.83
		Yüzey analizi	0.93	0.89-0.95	0.98	0.93-0.99	0.97	0.92-0.99	0.98	0.95-0.99	0.96	0.90-0.99	0.77	0.47-0.91
	Gözlemler arası	2B Landmark	0.83	0.75-0.89	0.84	0.62-0.94	0.81	0.56-0.93	0.84	0.61-0.94	0.79	0.51-0.92	0.86	0.65-0.95
		3B Landmark	0.86	0.79-0.91	0.91	0.76-0.97	0.87	0.68-0.95	0.83	0.59-0.93	0.81	0.54-0.92	0.65	0.27-0.86
		Yüzey analizi	0.95	0.92-0.97	0.98	0.94-0.99	0.97	0.93-0.99	0.99	0.97-1.00	0.99	0.97-1.00	0.83	0.59-0.93
Sağlıklı	Gözlemci içi	2B Landmark	0.88	0.82-0.92	0.91	0.78-0.96	0.88	0.73-0.95	0.75	0.48-0.89	0.85	0.66-0.94	0.85	0.67-0.94
		3B Landmark	0.85	0.79-0.90	0.73	0.43-0.88	0.88	0.72-0.95	0.76	0.48-0.90	0.84	0.65-0.94	0.85	0.66-0.94
		Yüzey analizi	0.90	0.85-0.93	0.93	0.83-0.97	0.96	0.90-0.98	0.92	0.82-0.97	0.97	0.92-0.99	0.88	0.72-0.95
	Gözlemler arası	2B Landmark	0.89	0.83-0.92	0.75	0.46-0.89	0.88	0.72-0.95	0.80	0.57-0.92	0.90	0.76-0.96	0.83	0.61-0.93
		3B Landmark	0.84	0.77-0.89	0.78	0.52-0.91	0.81	0.57-0.92	0.80	0.57-0.92	0.88	0.71-0.95	0.70	0.39-0.87
		Yüzey analizi	0.93	0.90-0.95	0.87	0.71-0.95	0.98	0.94-0.99	0.93	0.82-0.97	0.99	0.97-0.99	0.92	0.81-0.97

2B: iki boyutlu, 3B: üç boyutlu, ICC: Intraclass correlation coefficient, CI: Coefficient interval

4.2. 2B Ve 3B Landmark Tabanlı Asimetri İndeksi Sonuçları

Her bir landmarkın 2B ve 3B analizi sonucunda elde edilen asimetri indeksi sonuçları Tablo 4.2-4.6'da gösterilmiştir.

Nötr yüz pozisyonunda hiçbir landmark için hesaplanan 2B ve 3B asimetri indeksleri hasta ve sağlıklı bireyler arasında anlamlı farklılık göstermemektedir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Nötr yüz ifadesi sırasında yüzün her iki yanına yerleştirilen sekiz adet landmarkın 2B ve 3B koordinatlarından elde edilen asimetri indeksi verileri

Nötr	3D			2D		
	Sağlıklı	Felçli	p	Sağlıklı	Felçli	p
Fr	5.46±3.25	4.39±1.89	0.24	5.53±5.03	4.12±2.85	0.32
Meb	5.30±3.57	6.94±4.54	0.23	5.65±4.79	7.66±6.13	0.27
Al	7.31±4.09	6.43±3.35	0.48	12.19±12.29	17.42±13.11	0.22
Ch	8.33±4.84	6.88±2.83	0.28	13.36±13.06	8.09±6.41	0.14
Nsl	6.43±4.79	6.39±2.44	0.98	9.16±9.21	8.10±4.36	0.67
Or	5.40±2.13	6.69±3.90	0.21	6.23±3.60	7.69±5.59	0.35
Chk	7.51±4.40	7.38±3.80	0.93	4.14±5.12	3.26±2.54	0.52
Mx	5.74±3.88	6.01±4.14	0.84	5.15±4.62	2.94±2.40	0.08

Kaş kaldırma hareketi sırasında yapılan 3B asimetri indeksi ölçümleri sadece Meb (4.55±2.47/12.68±5.54) landmarkı için iki grup arasında farkı işaret ederken, 2B analizde gruplar arasında Fr (4.22±2.96/8.10±5.26), Meb (3.72±3.35/10.74±7.48) ve Or (3.88±3.98/7.28±5.40) landmarkları için gruplar arasında anlamlı fark bulundu (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Kaş kaldırma sırasında yüzün her iki yanına yerleştirilen sekiz adet landmarkın 2B ve 3B koordinatlarından elde edilen asimetri indeksi verileri

Kaş kaldırma	3D			2D		
	Sağlıklı	Felçli	p	Sağlıklı	Felçli	p
Fr	6.03±7.40	7.25±3.24	0.53	4.22±2.96	8.10±5.26	0.01
Meb	4.55±2.47	12.68±5.54	< 0.0001	3.72±3.35	10.74±7.48	0.001
Al	5.81±2.78	6.37±4.38	0.64	15.46±11.08	17.74±17.43	0.63
Ch	11.00±12.90	7.25±3.90	0.26	15.59±17.08	10.72±8.26	0.29
Nsl	7.27±7.04	7.81±3.54	0.26	7.66±7.60	10.11±6.05	0.29
Or	4.06±2.19	6.30±3.33	0.02	3.88±3.98	7.28±5.40	0.03
Chk	7.23±3.75	6.52±3.04	0.54	4.06±4.30	3.82±3.42	0.85
Mx	6.35±3.37	6.72±2.65	0.72	5.84±4.31	4.57±3.36	0.33

Göz kapama hareketi sırasında sadece 2B landmark analizinde Meb ($4.63 \pm 5.20 / 8.75 \pm 5.98$) landmarkında gruplar arası anlamlı fark belirlendi (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Göz kapama sırasında yüzün her iki yanına yerleştirilen sekiz adet landmarkın 2B ve 3B koordinatlarından elde edilen asimetri indeksi verileri

Göz kapama	3D			2D		
	Sağlıklı	Felçli	p	Sağlıklı	Felçli	p
Fr	3.85 ± 1.92	4.94 ± 2.55	0.1504	3.45 ± 3.04	5.57 ± 3.96	0.0736
Meb	5.74 ± 3.40	7.57 ± 4.26	0.155	4.63 ± 5.20	8.75 ± 5.98	0.0317
Al	6.83 ± 3.50	8.02 ± 4.40	0.3651	17.78 ± 12.40	23.38 ± 14.97	0.2212
Ch	7.03 ± 4.17	9.74 ± 6.17	0.1213	11.79 ± 9.00	15.49 ± 13.70	0.3309
Ns	6.58 ± 3.65	8.86 ± 5.12	0.1229	8.19 ± 6.38	12.38 ± 7.82	0.0809
Or	5.68 ± 2.98	7.73 ± 4.79	0.122	6.09 ± 4.61	8.88 ± 7.03	0.1567
Chk	6.75 ± 3.52	7.59 ± 3.40	0.4704	4.65 ± 3.24	4.93 ± 4.06	0.8176
Mx	5.41 ± 2.55	5.03 ± 3.06	0.6816	3.73 ± 3.53	2.66 ± 3.26	0.3511

Diş gösterme hareketindeki 3B analiz sırasında Ch ($8.63 \pm 5.00 / 13.82 \pm 6.69$), 2B analiz sırasında da hem Ch ($11.14 \pm 8.58 / 17.24 \pm 9.19$) hem de Meb ($4.93 \pm 4.28 / 8.36 \pm 5.81$) landmarkları anlamlı fark olduğunu işaret etti (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. Diş gösterme sırasında yüzün her iki yanına yerleştirilen sekiz adet landmarkın 2B ve 3B koordinatlarından elde edilen asimetri indeksi verileri.

Diş gösterme	3D			2D		
	Sağlıklı	Felçli	p	Sağlıklı	Felçli	p
Fr	5.05 ± 2.07	4.86 ± 3.36	0.83	4.31 ± 3.69	4.38 ± 3.92	0.96
Meb	5.34 ± 3.11	7.47 ± 5.54	0.15	4.93 ± 4.28	8.36 ± 5.81	0.05
Al	7.22 ± 4.00	6.22 ± 2.51	0.38	17.03 ± 14.06	15.70 ± 9.37	0.74
Ch	8.63 ± 5.00	13.82 ± 6.69	0.01	11.14 ± 8.58	17.24 ± 9.19	0.04
Nsl	7.32 ± 3.81	9.96 ± 4.57	0.06	8.59 ± 6.72	9.38 ± 5.27	0.70
Or	5.51 ± 2.99	6.16 ± 2.97	0.52	6.25 ± 4.81	6.71 ± 5.17	0.78
Chk	7.62 ± 3.08	7.61 ± 4.10	1.00	4.06 ± 2.63	3.08 ± 3.21	0.32
Mx	7.38 ± 3.76	6.38 ± 4.04	0.44	5.59 ± 3.94	3.21 ± 3.23	0.06

Islık çalma hareketinin asimetri analizi ise sadece 2B landmark tabanlı analizin Fr ($4.72\pm3.02/8.12\pm6.39$) ve Nsl ($8.81\pm10.61/10.94\pm7.79$) landmarklarında gruplar arası anlamlı farklılık ortaya çıkardığını tespit etti (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Islık çalma sırasında yüzün her iki yanına yerleştirilen sekiz adet landmarkın 2B ve 3B koordinatlarından elde edilen asimetri indeksi verileri.

Islık çalma	3D			2D		
	Sağlıklı	Felçli	p	Sağlıklı	Felçli	p
Fr	6.01 ± 6.37	7.38 ± 4.33	0.46	4.72 ± 3.02	8.12 ± 6.39	0.04
Meb	6.67 ± 3.19	7.89 ± 3.94	0.31	6.64 ± 4.99	8.28 ± 5.58	0.35
Al	6.40 ± 4.37	7.30 ± 2.86	0.47	17.49 ± 15.57	21.90 ± 12.80	0.36
Ch	10.23 ± 13.83	9.34 ± 5.48	0.81	14.98 ± 17.44	16.89 ± 13.05	0.71
Nsl	6.20 ± 4.49	8.51 ± 3.82	0.10	8.81 ± 10.61	10.94 ± 7.79	0.50
Or	6.06 ± 2.86	7.33 ± 3.49	0.23	6.68 ± 4.61	8.96 ± 5.67	0.19
Chk	8.43 ± 5.67	8.74 ± 3.75	0.85	4.48 ± 5.19	4.64 ± 3.61	0.92
Mx	6.12 ± 4.14	6.74 ± 3.63	0.64	4.61 ± 3.96	4.28 ± 3.77	0.80

4.2. Yüzey Analizi Asimetri Sonuçları

Hasta ve sağlıklı bireylerden elde edilen yüzün 3B orijinal ve ayna görüntülerinin karşılaştırılması sonucunda elde edilen asimetri değerleri Tablo 4.7’de gösterilmiştir. Buna göre fasiyal felçli hastaların asimetri değerlerinin bütün yüz ifadeleri sırasında sağlıklı bireylere göre anlamlı derecede yüksek olduğu belirlenmiştir. En yüksek asimetri değeri diş gösterme sırasında belirlenirken en düşük asimetri değeri nötr yüz pozisyonu sırasında ölçülmüştür.

Tablo 4.7. Sağlıklı gönüllüler ve fasiyal felçli hastalarda ayna ve orijinal yüz görüntüsünün karşılaştırması ile elde edilen yüzey asimetri değerleri

Ortalama $\pm$ SS (mm)	Yüzey analizi		
	Felçli	Sağlıklı	p
Nötr	1.25 ± 0.38	1.03 ± 0.28	0.05
Kaş kaldırma	1.47 ± 0.49	1.04 ± 0.27	0.002
Göz kapama	1.71 ± 0.68	1.08 ± 0.30	0.001
Diş gösterme	2.09 ± 0.83	1.21 ± 0.26	0.001
Islık çalma	1.81 ± 0.66	1.06 ± 0.27	< 0.0001

5. TARTIŞMA

Çalışmamızın sonuçları 3B yüzey analizinin 2B ve 3B landmark tabanlı analize göre yüz asimetrisini belirlemede daha başarılı olduğunu göstermektedir. Bunun yanında sonuçlarımız 3B yüzey analizinin diğer analizlere göre daha yüksek gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirliğe sahip olduğunu işaret etmektedir.

Çalışmamızda kullandığımız yüksek yüz asimetri değerlerine sahip hasta grubu asimetri analizinde kullanılan farklı metotların karşılaştırılmasına imkân sağlamaktadır. Karşılaştırmanın sadece yüzün istirahat durumunda değil farklı yüz hareketleri sırasında da gerçekleştirilmesi dinamik bir karşılaştırmaya da imkân tanımaktadır. Bunun yanı sıra iki farklı gözlemci tarafından farklı zamanlarda tekrarladığımız ölçümler sayesinde metotların gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirliği de test edilmiştir.

Fasiyal felç, istirahatte yüzün asimetrisine neden olan, yüz ifadeleri sırasında mimik kaslarının aktivasyonu ile daha da kötüleşen patolojik bir durumdur. Felçten kaynaklanan mimik kaybı, yüz deformasyonu ve asimetri, kişisel etkileşimde azalmaya ve bunun sonucunda izolasyona, sosyal yaşam kalitesi üzerinde ciddi bir etkiye ve hatta depresyona neden olmaktadır (Yetiser ve Karapinar, 2007; Zernial ve ark., 2007; Walker ve ark., 2012; Sforza ve ark., 2014). Yüz morfolojisi büyük ölçüde bozulurken, visseral fonksiyonlar, fonasyon ve konuşma artikülasyonu da değişir (Popat ve ark., 2010). Tüm bu sebeplerden dolayı fasiyal felçli hastalar ciddi psikolojik stres altındadırlar (Sargent ve ark., 1998; Scriba ve ark., 1999).

Mükemmel yüz simetrisi teorik bir kavramdır ve en çekici olarak kabul edilen yüzler bile asimetri sergiler (Peck ve ark., 1991; Ferrario ve ark., 1995; Takano-Yamamoto ve ark., 2009; Sforza ve Ferrario, 2010). Hafif yüz asimetrisi, 'normal' insanlarda yaygın bir biyolojik varyasyondur (Farkas ve Cheung, 1981). Asimetrisi popülasyon için normal aralıkta olan hastalar ile fonksiyonel ve estetik rehabilitasyon için karmaşık tedavi stratejilerine ihtiyaç duyan hastalar arasında ayırım yapmak için fasiyal asimetrinin kesin ölçümü gereklidir. Klinikte yüz yumuşak dokularının invazif olmayan, doğru ve güvenilir bir şekilde değerlendirilmesi önemlidir. Bu amaçla uygulanan yüzey taramasının oldukça

kullanışlı olduğu kanıtlanmıştır. 3B yüzey görüntüleme tekniği kullanılarak uzunluk, açı, alan ve hacimde doğru ölçümlerle yüzler çeşitli açılardan incelenebilir. Cihazların herhangi bir yerde montajı kolaydır ve uygulanan prosedür, yüz morfolojisinin karmaşık ayrıntılarını yakalamak için yeterince hızlıdır (Kusnoto ve Evans, 2002; Kau ve ark., 2005; Kau ve ark., 2006; Kovacs ve ark., 2006; Kau ve ark., 2007; Toma ve ark., 2009; Djordjevic ve ark., 2012; Verze ve ark., 2012). 3B taramalarda yüz asimetrisini belirlemek için landmark ve yüzey tabanlı analizler önerilmiştir. Belirli bir popülasyonda iki analizle elde edilen yüz asimetrisinin referans değerlerini bilmek kadar, bunların olanaklarını ve sınırlamalarını anlamak da önemlidir.

5.1. Landmark Tabanlı Analiz

Yüz asimetri analizinde referans düzlemi oluşturmak için çok çeşitli işaretler kullanılmıştır (Ferrario ve ark., 1994; Ferrario ve ark., 1995; Ras ve ark., 1995; Ferrario ve ark., 2001; Ferrario ve ark., 2003). Simetri düzlemini belirlemek için kullanılan işaretler (burun, filtrum ve çene) genellikle tam olarak yüzün orta hattında olmayabilir, bu da ölçümlerin kesinliğini sorgular (Meyer-Marcotty ve ark., 2011). Landmarklara dayalı analiz bize klinik olarak yararlı bazı bilgiler sağlayabilir, ancak bu, modern teknolojilerin sunabileceğinden çok daha azdır ve belirli durumlarda, özellikle asimetrisinin landmarklar tarafından yeterince temsil edilmeyen bölgelerde bulunduğu vakalarda yetersiz olabilir.

Çalışmamızda alın, göz, burun, ağız, yanak ve çenede meydana gelen morfolojik değişikliklerin noktasal düzeyde incelenebilmesi için her bir bölgede çeşitli landmarklar (3 medial ve 16 bilateral olmak üzere toplamda 19 adet) belirlendi. Her bir landmark için X, Y ve Z koordinatlarına ait değerler (üç referans düzlemine olan milimetre cinsinden mesafeleri) yazılımdan elde edildi ve bilateral landmarklar için yüz asimetrisi; 2B (Ferrario ve Sforza, 2007) ve 3B (Huang ve ark., 2013) olmak üzere iki farklı “Asimetri İndeksi” formülü aracılığıyla hesaplandı.

Altmış sağlıklı Çinli yetişkin üzerinde yapılan bir çalışmada (Huang ve ark., 2013) landmark tabanlı analizde yedi medial ve dört bilateral landmark için AI hesaplanmış, yüzün alt bölgelerinde yüz asimetrisinin daha belirgin olduğu gösterilmiştir. Ancak araştırmacılar yalnızca statik pozisyonda ölçüm yapmış, fonksiyonel yüz hareketleri (gülümseme, vb.) sırasında değerlendirme yapmamışlardır. Bunun dışında araştırmacılar

gözlemci içi hatanın 0.31 ile 0.95 mm arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Sağlıklı bireyler üzerinde yapılan başka bir çalışmada ise 3B landmark analizinin istirahat durumunda gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirlikleri test edilmiştir (Toma ve ark., 2009). Araştırmacılar landmarkların güvenilirliklerinin cinsiyete ve eksene göre oldukça değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda benzer şekilde bütün yüz ifadeleri göz önüne alındığında landmark tabanlı analizin orta ve iyi arasında değişen uyum gösterdiği belirlendi.

Çalışmamızda her bir landmark için hesaplanan 2B ve 3B landmark tabanlı asimetri analizleri nötr yüz ifadesinde felçli ve sağlıklı bireyler arasında anlamlı bir fark belirleyemezken diğer hareketlerde bazı landmarklarda asimetri belirleyebildi. Sonuç olarak landmark tabanlı analizde analiz edilen yüz ifadesine bağımlı olarak felçli ve sağlıklı bireyler arasında anlamlı farklılık gösteren landmarklar değişkenlik gösterdi. Anlamlı farka işaret eden landmarklar incelendiğinde yapılan hareketin bölgesel yoğunluğu ile landmarkların konumlarının uyumlu olduğu gözlemlendi. Ancak anlamlı fark gösteren landmark sayısının az olması landmark tabanlı analizin asimetriyi belirlemedeki en önemli kısıtlılığı olarak gösterilebilir.

5.2. Yüzey Tabanlı Analiz

Yüzün her iki yarımı arasındaki farklılıklardan kaynaklanan asimetrinin belirlenmesi için 3B yüz taramasının ayna görüntüsü bir program yardımıyla otomatik olarak oluşturdu. Oluşturulan ayna görüntüsü özel yazılımda orijinal görüntü ile üst üste bindirilerek aynı hizaya getirildi. Bilgisayar algoritması yüzeyler arasındaki ortalama mesafeyi hesapladı. Elde edilen RMS (root mean square = ortalama karekök) değerleri yüzün sağ ve sol yarımı arasındaki asimetriyi kantitatif bir veri olarak sundu. Buna göre düşük RMS değerleri orijinal yüz görüntüsü ve ayna yüz görüntüsünün benzerliğini gösterirken RMS değerlerindeki artış ise yüz asimetrisinin fazla olduğunu belirtmektedir.

Çalışmamızda simetri düzlemi, orijinal ve ayna yüz görüntüleri için mevcut tüm bilgilere (her yüzde ortalama onbin nokta) dayanarak, yer işaretlerinden bağımsız olarak belirlendi (Zhurov ve ark., 2010). Bu yöntemin hem geçerli hem de tekrarlanabilir olduğu gösterilmiştir (Nkenke ve ark., 2006; Hartmann ve ark., 2007; Meyer-Marcotty ve ark., 2011). Çalışmamızda da uyguladığımız güvenilirlik testleri 3B yüzey analiz metodunun

hem gözlemci içi hem de gözlemciler arası mükemmel düzeyde güvenilirliğe sahip olduğunu gösterdi.

Yüzey analizinin fasiyal felçli hastalarda gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirliğinin test edildiği bir çalışmaya 30 sağlıklı ve 30 fasiyal felçli hasta dahil edilmiştir (van Veen, Ten Berge, ve ark., 2020). Çalışmada nötr, gülme ve maksimum gülme hareketleri değerlendirilmiş, bütün hareketler birlikte analiz edildiğinde gözlemci içi güvenilirlik 0.72 ila 0.99, gözlemciler arası güvenilirlik ise 0.44 ila 0.93 olarak bildirilmiştir. Çalışmamızda test edilen hareketler farklı olsa da söz konusu değerler gözlemci içi için 0.77 ila 0.98, gözlemciler arası için ise 0.83 ila 0.99 olarak bulundu. Görüldüğü üzere gözlemci içi değerler her iki çalışmada birbirine yakın olsa da gözlemciler arası güvenilirlik çalışmamızda daha yüksektir. Buradaki farklılık analiz edilen hareketlerin birbiriyle aynı olmamasından kaynaklanıyor olabilir.

Alqattan ve arkadaşları (Alqattan ve ark., 2015) sağlıklı yetişkin bireylerde yüz asimetrisinin referans değerlerini yüzey tabanlı analiz kullanarak belirlemişlerdir. Meyer-Marcotty ve ark. (Meyer-Marcotty ve ark., 2011) ise tek taraflı dudak damak yarığı olan 18 yetişkinde ve 18 sağlıklı bireyde yumuşak doku yüz asimetrisini karşılaştırmış ve hasta grubuna ait asimetri değerlerinin sağlıklı gruba göre anlamlı düzeyde yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Verhoeven ve arkadaşları (Verhoeven, Nolte, ve ark., 2013) tek taraflı kondiler hiperplazisi olan 30 hastanın yüz asimetrisini, daha önce yüz cerrahisi öyküsü ve yüz deformitesi olmayan 30 sağlıklı gönüllüyle karşılaştırmıştır. Araştırmacılar bu çalışmada 3B orijinal ve ayna yüz görüntüleri arasındaki MAD (mean absolute deviation=ortalama mutlak sapma)'nin ortalama ve standart sapmalarını kontrol grubunda 0.78 ± 0.20 mm, hasta grubunda ise 1.57 ± 0.62 mm olarak tespit etmişlerdir. Yüzey tabanlı fasiyal asimetri parametrelerini küçük çocuklarda (Djordjevic ve ark., 2012) ve adolesan (ergenlik) dönemi çocuklarda ölçen çalışmalar da mevcuttur (Djordjevic ve ark., 2011; Djordjevic, Jadallah, ve ark., 2013; Djordjevic, Lawlor, ve ark., 2013). Biz de çalışmamızda bütün yüz hareketleri için sağlıklı ve fasiyal felçli hastalar arasında 3B yüzey asimetri analizi sonuçlarında anlamlı fark olduğunu belirledik.

5.3. Landmark Tabanlı ve Yüzey Tabanlı Analizlerin Karşılaştırılması

Çalışmamız sonucunda 3B yüzey analizinin hem gözlemci içi hem de gözlemciler arası güvenilirliğinin landmark temelli analizlere göre daha yüksek olması gözlemcilerin müdahil olduğu analiz parametrelerinin azlığı ile açıklanabilir. Şöyle ki 2B ve 3B landmark temelli analizde kullanılan 19 adet landmarkın her birinin yüz yumuşak dokusu üzerinde işaretlenmesi sırasında kişisel farklılıklar olabilir. Buna karşın yüzey analizinde gözlemcinin etki ettiği tek değişken ham görüntülerden analize dahil edilmeyecek olan saç ve kulak gibi anatomik bölgelerin çıkarılmasıdır. Bu bölgelerin kişisel yorum farklılıklarına yol açmayacak kadar net sınırlara sahip olması önemli bir avantajdır.

80 sağlıklı bireyde lineer ölçümler ile yapılan bir çalışmada araştırmacılar 2B ve 3B landmark tabanlı analizler arasında güvenilirlik anlamında bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir (Dindaroglu ve ark., 2016). Araştırmanın sonuçlarına göre 2B ve 3B ölçümlerin her ikisinde de 0.98 ile 0.99 arasında değişen güvenilirlik belirlenmiştir. Biz de çalışmamızda sağlıklı bireylerde 2B analiz ile bütün ifadeler için gözlemci içi güvenilirlik katsayısı değerlerini 0.75-0.91, gözlemciler arası 0.75-0.90, 3B analiz için ise aynı değerleri sırasıyla 0.73-0.88 ve 0.70-0.88 olarak tespit ettik. Görüldüğü üzere çalışmamızda da 2B ve 3B güvenilirlik sonuçları benzerlik göstermektedir.

Üç ortodontik hasta üzerinde yapılan bir çalışmada landmark tabanlı analizinin bütün yüzü temsil etmedeki kısıtlılığı, dolayısıyla asimetriyi ortaya koymadaki yetersizliği belirtilmiştir (Alqattan ve ark., 2015). Benzer şekilde, biz de çalışmamızda 3B yüzey analizinin asimetriyi tespit etmedeki başarısına karşın, landmark tabanlı analizlerin yetersiz olduğunu belirledik. Çalışmamızda asimetri hattını yüz orta hattında bulunan landmarkları referans almak yerine yüzün stabil bir noktası olduğu gösterilmiş endokanterlerin orta noktasından geçen y-z düzlemi olarak belirledik. Böylelikle fasiyal felç sonrası orta hattın sapmasından kaynaklanan yanıltıcı sonuçlardan kaçınmaya çalıştık. Buna rağmen landmark tabanlı metodların asimetriyi belirlemedeki tespit ettiğimiz başarısızlığı analiz edilen landmark sayısının azlığından kaynaklanıyor olabilir. Çünkü 3B tarama sonrası elde edilen yüz maskesi yaklaşık 10.000 adet noktadan (vertex) oluşmaktadır. Bu noktaların her birinin ayna görüntüsünde kendisine karşılık gelen noktalarla karşılaştırılması daha kapsamlı bir analize imkân sağlamaktadır.

Sağlıklı bireyler üzerinde yapılan bir çalışmada istirahat durumundaki yüzler üzerinde landmark ve yüzey analizi tabanlı karşılaştırma gerçekleştirilmiş (Verhoeven ve ark., 2016). Araştırmacılar bilgisayar ortamında deforme ettikleri yüzlerde yapay bir asimetri yaratarak yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak yüzey analiz yönteminin geçerlilik ve tekrarlanabilirlik yönünden landmark tabanlı yöntemden üstün olduğunu göstermişlerdir. Çalışmamızda, yüzey analiz metodunun benzer şekilde istirahat durumundaki üstünlüğünü göstermenin yanı sıra diğer dört farklı yüz analizi sırasında da hem güvenilirlik hem de asimetriyi belirlemedeki başarısıyla landmark tabanlı yöntemden üstünlüğünü ortaya koyduk.



6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Farklı hasta gruplarını yaş, cinsiyet ve etnik köken açısından kontrol gruplarıyla karşılaştırmak için landmark tabanlı veya yüzey tabanlı analiz kullanan çalışmalar literatürde bulunmaktadır. Ancak fasiyal felç nedeniyle ortaya çıkan yüz asimetrisi değerlerinin landmark ve yüzey tabanlı bir analiz kullanılarak karşılaştırıldığı bir çalışma mevcut değildir.

Çalışmamızda Kafkas kökenli yaşları 12-78 olan 17 fasiyal felçli hasta ve yaşları 13-75 olan 20 sağlıklı bireyden elde edilen yüz lazer taramalarından yumuşak doku yüz asimetrisi değerleri landmark tabanlı ve yüzey tabanlı 3B analizler kullanılarak belirlendi. Buna göre 3B yüzey analizinin, hem güvenilirlik hem de asimetriyi bütün yüz hareketlerinde tespit edebilme yeteneği sebebiyle landmark tabanlı analizlere göre daha üstün olduğunu söyleyebiliriz.

3B yüzey analizi, 3B tarayıcı sayesinde yakalanan birkaç bin noktayı kullanma avantajına sahiptir ve dolayısıyla daha kapsamlıdır. Ancak sistemin yüksek maliyeti ve tecrübeli araştırmacı ihtiyacı önemli dezavantajlarındandır. Bununla birlikte geliştirilecek donanım ve yapay zeka tabanlı yazılım çözümleri sayesinde yakında cep telefonu yardımıyla 3B yüzey taramaları ile analizler yapılabilecektir.

Son olarak yüz asimetrisi yumuşak dokunun yanısıra sert doku kaynaklı da olabilir (Cheong ve Lo, 2011). Bu nedenle daha kapsamlı tanı ve tedavi planlaması için bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme gibi başka görüntüleme yöntemlerine ihtiyaç duyulabilir.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Selin	Uyruğu	T.C
Soyadı	EROĞLU	Tel no	05534824680
Doğum tarihi	13/03/1996	e-posta	erogluselin131@gmail.com

Eğitim Bilgileri

Mezun olduğu kurum		Mezuniyet yılı
Lise	Prof.Dr. Muzaffer Kula Anadolu Lisesi	2010-2014
Lisans	Bartın Üniversitesi- Moleküler Biyoloji ve Genetik Programı	2015-2019
Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi- Fizyoloji ABD Tezli YL Programı	2019-2022
Doktora		

KAYNAKLAR

- Alqattan, M., Djordjevic, J., Zhurov, A. I., & Richmond, S. Comparison between landmark and surface-based three-dimensional analyses of facial asymmetry in adults. *Eur J Orthod.* 2015; 37 (1): 1-12.
- Arraez-Aybar, L. A., Navia-Alvarez, P., Fuentes-Redondo, T., & Bueno-Lopez, J. L. Thomas willis, a pioneer in translational research in anatomy (on the 350th anniversary of cerebri anatome). *J Anat.* 2015; 226 (3): 289-300.
- Berg, T., Jonsson, L., & Engstrom, M. Agreement between the sunnybrook, house-brackmann, and yanagihara facial nerve grading systems in bell's palsy. *Otol Neurotol.* 2004; 25 (6): 1020-1026.
- Brenner, M. J., & Neely, J. G. Approaches to grading facial nerve function. *Semin Plast Surg.* 2004; 18(1): 13-22.
- Brodal, A. (1981). Intermediofacial nerve. In A. Brodal (Ed.), *Neurological anatomy in relation to clinical medicine* (3 ed., pp. 495–508.). NewYork: Oxford University Press.
- Brons, S., van Beusichem, M. E., Bronkhorst, E. M., Draaisma, J., Berge, S. J., Maal, T. J., & Kuijpers-Jagtman, A. M. Methods to quantify soft-tissue based facial growth and treatment outcomes in children: A systematic review. *PLoS One.* 2012; 7 (8): e41898.
- Brooker, J., Burney, S., Fletcher, J., & Dally, M. A qualitative exploration of quality of life among individuals diagnosed with an acoustic neuroma. *Br J Health Psychol.* 2009; 14 (Pt 3): 563-578.
- Cannon, C. R., & Jahrsdoerfer, R. A. Temporal bone fractures. Review of 90 cases. *Arch Otolaryngol.* 1983; 109 (5): 285-288.
- Cheong, Y. W., & Lo, L. J. Facial asymmetry: Etiology, evaluation, and management. *Chang Gung Med J.* 2011; 34 (4): 341-351.
- Coulson, S. E., Croxson, G. R., Adams, R. D., & O'Dwyer, N. J. Reliability of the "sydney," "sunnybrook," and "house brackmann" facial grading systems to assess voluntary movement and synkinesis after facial nerve paralysis. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2005; 132 (4): 543-549.
- Darrouzet, V., Duclos, J. Y., Liguoro, D., Truilhe, Y., De Bonfils, C., & Bebear, J. P. Management of facial paralysis resulting from temporal bone fractures: Our experience in 115 cases. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2001; 125 (1): 77-84.
- Decraene, L., Boudewyns, A., Venstermans, C., & Ceulemans, B. Developmental unilateral facial palsy in a newborn: Six cases and literature review. *Eur J Pediatr.* 2020; 179 (3): 367-375.
- Dickins, J. R., Smith, J. T., & Graham, S. S. Herpes zoster oticus: Treatment with intravenous acyclovir. *Laryngoscope.* 1988; 98 (7): 776-779.
- Dindaroglu, F., Kutlu, P., Duran, G. S., Gorgulu, S., & Aslan, E. Accuracy and reliability of 3d stereophotogrammetry: A comparison to direct anthropometry and 2d photogrammetry. *Angle Orthod.* 2016; 86 (3): 487-494.
- Djordjevic, J., Jadallah, M., Zhurov, A. I., Toma, A. M., & Richmond, S. Three-dimensional analysis of facial shape and symmetry in twins using laser surface scanning. *Orthod Craniofac Res.* 2013; 16 (3): 146-160.

- Djordjevic, J., Lawlor, D. A., Zhurov, A. I., Toma, A. M., Playle, R., & Richmond, S. A population-based cross-sectional study of the association between facial morphology and cardiometabolic risk factors in adolescence. *BMJ Open*. 2013; 3 (5): e002910.
- Djordjevic, J., Lewis, B. M., Donaghy, C. E., Zhurov, A. I., Knox, J., Hunter, L., & Richmond, S. Facial shape and asymmetry in 5-year-old children with repaired unilateral cleft lip and/or palate: An exploratory study using laser scanning. *European Journal of Orthodontics* 2012; 36: 497–505.
- Djordjevic, J., Pirttiniemi, P., Harila, V., Heikkinen, T., Toma, A. M., Zhurov, A. I., & Richmond, S. Three-dimensional longitudinal assessment of facial symmetry in adolescents. *Eur J Orthod*. 2013; 35 (2): 143-151.
- Djordjevic, J., Toma, A. M., Zhurov, A. I., & Richmond, S. Three-dimensional quantification of facial symmetry in adolescents using laser surface scanning. *European Journal of Orthodontics*. 2011; 36 (2): 125–132.
- Dulak, D., & Naqvi, I. A. Neuroanatomy, cranial nerve 7 (facial). *StatPearls*. 2022.
- Dulguerov, P., Wang, D., Perneger, T. V., Marchal, F., & Lehmann, W. Videomimicography: The standards of normal revised. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2003; 129 (9): 960-965.
- Dusseldorp, J. R., van Veen, M. M., Mohan, S., & Hadlock, T. A. Outcome tracking in facial palsy. *Otolaryngol Clin North Am*. 2018; 51 (6): 1033-1050.
- Farkas, L. G. Anthropometry of the head and face. (L. G. Farkas Ed. Vol.): New York: Raven Press; 1994.
- Farkas, L. G., & Cheung, G. Facial asymmetry in healthy north american caucasians. An anthropometrical study. *Angle Orthod*. 1981; 51 (1): 70-77.
- Fattah, A. Y., Gurusinghe, A. D. R., Gavilan, J., Hadlock, T. A., Marcus, J. R., Marres, H., . . . Sir Charles Bell, S. Facial nerve grading instruments: Systematic review of the literature and suggestion for uniformity. *Plast Reconstr Surg*. 2015; 135 (2): 569-579.
- Ferrario, V. F., & Sforza, C. Anatomy of emotion: A 3d study of facial mimicry. *Eur J Histochem*. 2007; 51 Suppl 1: 45-52.
- Ferrario, V. F., Sforza, C., Ciusa, V., Dellavia, C., & Tartaglia, G. M. The effect of sex and age on facial asymmetry in healthy subjects: A cross-sectional study from adolescence to mid-adulthood. *J Oral Maxillofac Surg*. 2001; 59 (4): 382-388.
- Ferrario, V. F., Sforza, C., Dellavia, C., Tartaglia, G. M., Colombo, A., & Caru, A. A quantitative three-dimensional assessment of soft tissue facial asymmetry of cleft lip and palate adult patients. *J Craniofac Surg*. 2003; 14 (5): 739-746.
- Ferrario, V. F., Sforza, C., Miani, A., Jr., & Serrao, G. A three-dimensional evaluation of human facial asymmetry. *J Anat*. 1995; 186 (Pt 1): 103-110.
- Ferrario, V. F., Sforza, C., Poggio, C. E., & Tartaglia, G. Distance from symmetry: A three-dimensional evaluation of facial asymmetry. *J Oral Maxillofac Surg*. 1994; 52 (11): 1126-1132.
- Finsterer, J. Management of peripheral facial nerve palsy. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2008; 265 (7): 743-752.
- Frey, M., Giovanoli, P., Gerber, H., Slameczka, M., & Stussi, E. Three-dimensional video analysis of facial movements: A new method to assess the quantity and quality of the smile. *Plast Reconstr Surg*. 1999; 104 (7): 2032-2039.

- Frey, M., Jenny, A., Giovanoli, P., & Stussi, E. Development of a new documentation system for facial movements as a basis for the international registry for neuromuscular reconstruction in the face. *Plast Reconstr Surg.* 1994; 93 (7): 1334-1349.
- Gasmi, S., Ogden, N. H., Lindsay, L. R., Burns, S., Fleming, S., Badcock, J., . . . Koffi, J. K. Surveillance for lyme disease in canada: 2009-2015. *Can Commun Dis Rep.* 2017; 43 (10): 194-199.
- George, M. S., Ketter, T. A., Gill, D. S., Haxby, J. V., Ungerleider, L. G., Herscovitch, P., & Post, R. M. Brain regions involved in recognizing facial emotion or identity: An oxygen-15 pet study. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci.* 1993; 5 (4): 384-394.
- Ghez, C., & Krakuer, J. (2000). Organisation of movement. In E. Kandel, J. Schwartz, & T. Jessel (Eds.), *In: Principles of neural sciences.*
- Gibelli, D., Codari, M., Rosati, R., Dolci, C., Tartaglia, G. M., Cattaneo, C., & Sforza, C. A quantitative analysis of lip aesthetics: The influence of gender and aging. *Aesthetic Plast Surg.* 2015; 39 (5): 771-776.
- Gibelli, D., De Angelis, D., Poppa, P., Sforza, C., & Cattaneo, C. An assessment of how facial mimicry can change facial morphology: Implications for identification. *J Forensic Sci.* 2017; 62 (2): 405-410.
- Gonuldas, B., & Kanlikama, M. Fasial nerve anatomy and embryology. *Turkiye Klinikleri J E.N.T.- Special Topics.* 2016; 9 (2): 1-6.
- Gordin, E., Lee, T. S., Ducic, Y., & Arnaoutakis, D. Facial nerve trauma: Evaluation and considerations in management. *Craniofac Trauma Reconstr.* 2015; 8 (1): 1-13.
- Grassin, M., Rolland, A., Leboucq, N., Roubertie, A., Rivier, F., & Meyer, P. [bilateral facial nerve palsy associated with epstein-barr virus infection in a 3-year-old boy]. *Arch Pediatr.* 2017; 24 (6): 564-567.
- Gross, M., Trotman, C., & Moffatt, K. A. A comparison of three-dimensional and two-dimensional analyses of facial motion. *Angle Orthod.* 1996; 66: 189-194.
- Guarin, D. L., Dusseldorp, J., Hadlock, T. A., & Jowett, N. A machine learning approach for automated facial measurements in facial palsy. *JAMA Facial Plast Surg.* 2018; 20 (4): 335-337.
- Hadlock, T. A., & Urban, L. S. Toward a universal, automated facial measurement tool in facial reanimation. *Arch Facial Plast Surg.* 2012; 14 (4): 277-282.
- Hajeer, M. Y., Ayoub, A. F., & Millett, D. T. Three-dimensional assessment of facial soft-tissue asymmetry before and after orthognathic surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2004; 42 (5): 396-404.
- Hammond, P., & Suttie, M. Large-scale objective phenotyping of 3d facial morphology. *Hum Mutat.* 2012; 33 (5): 817-825.
- Harker, L. A., & McCabe, B. F. Temporal bone fractures and facial nerve injury. *Otolaryngol Clin North Am.* 1974; 7 (2): 425-431.
- Hartmann, J., Meyer-Marcotty, P., Benz, M., Hausler, G., & Stellzig-Eisenhauer, A. Reliability of a method for computing facial symmetry plane and degree of asymmetry based on 3d-data. *J Orofac Orthop.* 2007; 68 (6): 477-490.
- Hato, N., Kisaki, H., Honda, N., Gyo, K., Murakami, S., & Yanagihara, N. Ramsay hunt syndrome in children. *Ann Neurol.* 2000; 48 (2): 254-256.

- He, S., Soraghan, J. J., O'Reilly, B. F., & Xing, D. Quantitative analysis of facial paralysis using local binary patterns in biomedical videos. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2009; 56 (7): 1864-1870.
- Hobson, J., & Weatherall, M. W. Lyme neuroborreliosis. *BMJ.* 2012; 344: e3250.
- Holland, N. J., & Bernstein, J. M. Bell's palsy. *BMJ Clin Evid.* 2011; 7: 1204.
- Hontanilla, B., & Auba, C. Automatic three-dimensional quantitative analysis for evaluation of facial movement. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2008; 61 (1): 18-30.
- Hontanilla, B., & Marre, D. Comparison of hemihypoglossal nerve versus masseteric nerve transpositions in the rehabilitation of short-term facial paralysis using the facial clima evaluating system. *Plast Reconstr Surg.* 2012; 130 (5): 662e-672e.
- Hontanilla, B., Marre, D., & Cabello, A. Facial reanimation with gracilis muscle transfer neurotized to cross-facial nerve graft versus masseteric nerve: A comparative study using the facial clima evaluating system. *Plast Reconstr Surg.* 2013; 131 (6): 1241-1252.
- House, J. W. Facial nerve grading systems. *Laryngoscope.* 1983; 93: 1056-1069.
- House, J. W., & Brackmann, D. E. Facial nerve grading system. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1985; 93 (2): 146-147.
- Huang, C. S., Liu, X. Q., & Chen, Y. R. Facial asymmetry index in normal young adults. *Orthod Craniofac Res.* 2013; 16 (2): 97-104.
- Hunt, J. R. On herpetic inflammations of the geniculate ganglion. A new syndrome and its complications. *Journal of Nervous Mental Diseases.* 1907; 34 (2): 73-96.
- Ishii, L., Godoy, A., Encarnacion, C. O., Byrne, P. J., Boahene, K. D., & Ishii, M. Not just another face in the crowd: Society's perceptions of facial paralysis. *Laryngoscope.* 2012; 122 (3): 533-538.
- Jayaratne, Y. S. N., Elsharkawi, I., Macklin, E. A., Voelz, L., Weintraub, G., Rosen, D., & Skotko, B. G. The facial morphology in down syndrome: A 3d comparison of patients with and without obstructive sleep apnea. *Am J Med Genet A.* 2017; 173 (11): 3013-3021.
- Jorge, J. J., Jr., Pialarissi, P. R., Borges, G. C., Squella, S. A., de Gouveia Mde, F., Saragiotto, J. C., Jr., & Goncalves, V. R. Objective computerized evaluation of normal patterns of facial muscles contraction. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2012; 78 (2): 41-51.
- Jowett, N., Gaudin, R. A., Banks, C. A., & Hadlock, T. A. Steroid use in lyme disease-associated facial palsy is associated with worse long-term outcomes. *Laryngoscope.* 2017; 127. (6): 1451-1414.
- Kang, T. S., Vrabec, J. T., Giddings, N., & Terris, D. J. Facial nerve grading systems (1985-2002): Beyond the house-brackmann scale. *Otol Neurotol.* 2002; 23 (5): 767-771.
- Kau, C. H., Richmond, S., Incrapera, A., English, J., & Xia, J. J. Three-dimensional surface acquisition systems for the study of facial morphology and their application to maxillofacial surgery. *Int J Med Robot.* 2007; 3 (2): 97-110.
- Kau, C. H., Richmond, S., Savio, C., & Mallorie, C. Measuring adult facial morphology in three dimensions. *Angle Orthod.* 2006; 76 (5): 773-778.
- Kau, C. H., Richmond, S., Zhurov, A. I., Knox, J., Chestnutt, I., Hartles, F., & Playle, R. Reliability of measuring facial morphology with a 3-dimensional laser scanning system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005; 128 (4): 424-430.

- Kleiss, I. J., Beurskens, C. H., Stalmeier, P. F., Ingels, K. J., & Marres, H. A. Quality of life assessment in facial palsy: Validation of the dutch facial clinimetric evaluation scale. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2015; 272 (8): 2055-2061.
- Kovacs, L., Zimmermann, A., Brockmann, G., Baurecht, H., Schwenzer-Zimmerer, K., Papadopoulos, N. A., . . . Zeilhofer, H. F. Accuracy and precision of the three-dimensional assessment of the facial surface using a 3-d laser scanner. *IEEE Trans Med Imaging.* 2006; 25 (6): 742-754.
- Kusnoto, B., & Evans, C. A. Reliability of a 3d surface laser scanner for orthodontic applications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002; 122 (4): 342-348.
- Lee, H. Y., Park, M. S., Byun, J. Y., Chung, J. H., Na, S. Y., & Yeo, S. G. Agreement between the facial nerve grading system 2.0 and the house-brackmann grading system in patients with bell palsy. *Clin Exp Otorhinolaryngol.* 2013; 6 (3): 135-139.
- Linstrom, C. J. Objective facial motion analysis in patients with facial nerve dysfunction. *Laryngoscope.* 2002; 112 (7 Pt 1): 1129-1147.
- Martinez Martinez, M. L., Azana-Defez, J. M., Pérez-García, L. J., Lopez-Villaescusa, M. T., Rodriguez Vazquez, M., & Faura Berruga, C. Granulomatous cheilitis: A report of 6 cases and a review of the literature. *Actas Dermosifiliogr.* 2012; 103: 718–724.
- Masterson, L., Vallis, M., Quinlivan, R., & Prinsley, P. Assessment and management of facial nerve palsy. *BMJ.* 2015; 351: h3725.
- May, M., & Schaitkin, B. M. History of facial nerve surgery. *Facial Plast Surg.* 2000; 16 (4): 301-307.
- Mehrabian, A., & Ferris, S. R. Inference of attitudes from nonverbal communication in two channels. *J Consult Psychol.* 1967; 31 (3): 248-252.
- Mehta, R. P., Zhang, S., & Hadlock, T. A. Novel 3-d video for quantification of facial movement. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2008; 138 (4): 468-472.
- Melkersson, E. Recidiverande facialis pares i samband med ett angioneurotiskt ødem. *Hygien, Stockholm.* 1928: 737-741.
- Melvin, T. A., & Limb, C. J. Overview of facial paralysis: Current concepts. *Facial Plast Surg.* 2008; 24 (2): 155-163.
- Meyer-Marcotty, P., Stellzig-Eisenhauer A., Bareis, U., Hartman, J., & Kochel, J. Three-dimensional perception of facial asymmetry. *European Journal of Orthodontics.* 2011; 33: 647–653.
- Mohseni, M., Boniface, M. P., & Graham, C. (2022). Mononucleosis. In *Statpearls*. Treasure Island (FL).
- Murakami, S., Honda, N., Mizobuchi, M., Nakashiro, Y., Hato, N., & Gyo, K. Rapid diagnosis of varicella zoster virus infection in acute facial palsy. *Neurology.* 1998; 51 (4): 1202-1205.
- Neely, J. G., Wang, K. X., Shapland, C. A., Sehizadeh, A., & Wang, A. Computerized objective measurement of facial motion: Normal variation and test-retest reliability. *Otol Neurotol.* 2010; 31 (9): 1488-1492.
- Nicholls, M. E., Ellis, B. E., Clement, J. G., & Yoshino, M. Detecting hemifacial asymmetries in emotional expression with three-dimensional computerized image analysis. *Proc Biol Sci.* 2004; 271 (1540): 663-668.
- Nkenke, E., Lehner, B., Kramer, M., Haeusler, G., Benz, S., Schuster, M., . . . Wurm, J. Determination of facial symmetry in unilateral cleft lip and palate patients from

- three-dimensional data: Technical report and assessment of measurement errors. *Cleft Palate Craniofac J.* 2006; 43 (2): 129-137.
- Ogden, N. H., Koffi, J. K., Pelcat, Y., & Lindsay, L. R. Environmental risk from lyme disease in central and eastern canada: A summary of recent surveillance information. *Can Commun Dis Rep.* 2014; 40 (5): 74-82.
- Olesen, O. V., Paulsen, R. R., Hojgaard, L., Roed, B., & Larsen, R. Motion tracking in narrow spaces: A structured light approach. *Med Image Comput Comput Assist Interv.* 2010; 13 (Pt 3): 253-260.
- Oncel, C. One of the great pioneers of anatomy: Gabriele falloppio (1523-1562). *Bezmialem Science* 2016; 3: 123-126.
- Owusu, J. A., Stewart, C. M., & Boahene, K. Facial nerve paralysis. *Med Clin North Am.* 2018; 102 (6): 1135-1143.
- Peck, S., Peck, L., & Kataja, M. Skeletal asymmetry in esthetically pleasing faces. *Angle Orthod.* 1991; 61 (1): 43-48.
- Phillips, C. D., & Bubash, L. A. The facial nerve: Anatomy and common pathology. *Semin Ultrasound CT MR.* 2002; 23 (3): 202-217.
- Poole, E. A. Seeing emotions: A review of micro and subtle emotion expression training. *Cultural Studies of Science Education.* 2016; 11 (3): 823-835.
- Popat, H., Henley, E., Richmond, S., Benedikt, L., Marshall, D., & Rosin, P. L. A comparison of the reproducibility of verbal and nonverbal facial gestures using three-dimensional motion analysis. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2010; 142 (6): 867-872.
- Rafael, C. M., Bittencourt, A. G., Neto, N. J. B., Beilke, S. C. A., & Lorenzetti, F. T. M. S., R. Treatment and prognosis of facial palsy on ramsay hunt syndrome. Results Based on a Review of the Literature. *Int Arch Otorhinolaryngol.* 2016; 20 (4): 394-400.
- Ras, F., Habets, L. L., van Ginkel, F. C., & Prahl-Andersen, B. Longitudinal study on three-dimensional changes of facial asymmetry in children between 4 to 12 years of age with unilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J.* 1995; 32 (6): 463-468.
- Rivera-Serrano, C. M., Man, L. X., Klein, S., & Schaitkin, B. M. Melkersson-rosenthal syndrome: A facial nerve center perspective. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2014; 67 (8): 1050-1054.
- Rosati, R., Codari, M., Maffessanti, F., Dolci, C., Ferrario, V. F., & Sforza, C. The labial aging process: A surface analysis-based three-dimensional evaluation. *Aesthetic Plast Surg.* 2014; 38 (1): 236-241.
- Ross, B. G., Fradet, G., & Nedzelski, J. M. Development of a sensitive clinical facial grading system. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1996; 114 (3): 380-386.
- Sajadi, M. M., Sajadi, M. R., & Tabatabaie, S. M. The history of facial palsy and spasm: Hippocrates to razi. *Neurology.* 2011; 77 (2): 174-178.
- Sargent, E. W., Fadhli, O. A., & Cohen, R. S. Measurement of facial movement with computer software. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1998; 124 (3): 313-318.
- Sataloff, R. T., & Selber, J. C. Phylogeny and embryology of the facial nerve and related structures. Part ii: Embryology. *Ear Nose Throat J.* 2003; 82 (10): 764-779.
- Sawai, N., Hato, N., Hakuba, N., Takahashi, H., Okada, M., & Gyo, K. Objective assessment of the severity of unilateral facial palsy using okao vision(r) facial image analysis software. *Acta Otolaryngol.* 2012; 132 (9): 1013-1017.

- Schirm, J., & Mulkens, P. S. Bell's palsy and herpes simplex virus. *APMIS*. 1997; 105 (11): 815-823.
- Scriba, H., Stoeckli, S. J., Veraguth, D., Pollak, A., & Fisch, U. Objective evaluation of normal facial function. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1999; 108 (7 Pt 1): 641-644.
- Seneviratne, S. O., Patel, B. C. Facial nerve anatomy and clinical applications. In: *StatPearls* [Internet]. 2022; .
- Sforza, C., Dolci, C., Dellavia, C., Gibelli, D. M., Tartaglia, G. M., & Elamin, F. Abnormal variations in the facial soft tissues of individuals with down syndrome: Sudan versus Italy. *Cleft Palate Craniofac J*. 2015; 52 (5): 588-596.
- Sforza, C., & Ferrario, V. F. Three-dimensional analysis of facial morphology: Growth, development and aging of the orolabial region. *Ital J Anat Embryol*. 2010; 115 (1-2): 141-145.
- Sforza, C., Galante, D., Shirai, Y. F., & Ferrario, V. F. A three-dimensional study of facial mimicry in healthy young adults. *J Craniomaxillofac Surg*. 2010; 38 (6): 409-415.
- Sforza, C., Guzzo, M., Mapelli, A., Ibba, T. M., Scaramellini, G., & Ferrario, V. F. Facial mimicry after conservative parotidectomy: A three-dimensional optoelectronic study. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2012; 41 (8): 986-993.
- Sforza, C., Tarabbia, F., Mapelli, A., Colombo, V., Sidequersky, F. V., Rabbiosi, D., . . . Biglioli, F. Facial reanimation with masseteric to facial nerve transfer: A three-dimensional longitudinal quantitative evaluation. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2014; 67 (10): 1378-1386.
- Shaner, D. J., & Peterson, A. E., Beattie, O. B., Bamforth, J. S. Assessment of soft tissue facial asymmetry in medically normal and syndrome-affected individuals by analysis of landmarks and measurements. *American Journal of Medical Genetics*. 2000; 93: 143–154.
- Smatti, M. K., Al-Sadeq, D. W., Ali, N. H., Pintus, G., & Abou-Saleh, H., Nasrallah, G. K. Epstein-barr virus epidemiology, serology, and genetic variability of Imp-1 oncogene among healthy population. An Update. *Front Oncol*. 2018; 8:211.
- Stemberger, M., Jung, C., & Bogner, J. R. [mononucleosis: A disease with three different etiologies]. *MMW Fortschr Med*. 2018; 160 (10): 44-48.
- Sweeney, C. J., & Gilden, D. H. Ramsay hunt syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2001; 71 (2): 149-154.
- Takano-Yamamoto, T., Kuroda, S., & traduit par Mme et, M Rocca. [diagnosis and therapy of adult patients with facial asymmetry]. *Orthod Fr*. 2009; 80 (3): 313-329.
- Takezawa, K., Townsend, G., & Ghabriel, M. The facial nerve: Anatomy and associated disorders for oral health professionals. *Odontology*. 2018; 106 (2): 103-116.
- Toma, A. M., Zhurov, A., Playle, R., Ong, E., & Richmond, S. Reproducibility of facial soft tissue landmarks on 3d laser-scanned facial images. *Orthod Craniofac Res*. 2009; 12 (1): 33-42.
- Toma, A. M., Zhurov, A., Playle, R., & Richmond, S. A three-dimensional look for facial differences between males and females in a british-caucasian sample aged 151/2 years old. *Orthod Craniofac Res*. 2008; 11 (3): 180-185.
- Toma, A. M., Zhurov, A. I., Playle, R., Marshall, D., Rosin, P. L., & Richmond, S. The assessment of facial variation in 4747 british school children. *Eur J Orthod*. 2012; 34 (6): 655-664.

- Tzou, C. H., & Frey, M. Evolution of 3d surface imaging systems in facial plastic surgery. *Facial Plast Surg Clin North Am.* 2011; 19 (4): 591-602.
- Uscategui, T., Doree, C., Chamberlain, I. J., & Burton, M. J. Antiviral therapy for ramsay hunt syndrome (herpes zoster oticus with facial palsy) in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008; (4): CD006851.
- van Veen, M. M., Bruins, T. E., Artan, M., Werker, P. M. N., & Dijkstra, P. U. Learning curve using the sunnybrook facial grading system in assessing facial palsy: An observational study in 100 patients. *Clin Otolaryngol.* 2020; 45 (5): 823-826.
- van Veen, M. M., Ten Berge, J. H. A., Werker, P. M. N., & Dijkstra, P. U. Three-dimensional stereophotogrammetry assessment of facial asymmetry in facial palsy. *J Craniofac Surg.* 2020; 31 (4): 893-897.
- Verhoeven, T., Xi, T., Schreurs, R., Berge, S., & Maal, T. Quantification of facial asymmetry: A comparative study of landmark-based and surface-based registrations. *J Craniomaxillofac Surg.* 2016; 44 (9): 1131-1136.
- Verhoeven, T. J., Coppen, C., Barkhuysen, R., Bronkhorst, E. M., Merckx, M. A., Berge, S. J., & Maal, T. J. Three dimensional evaluation of facial asymmetry after mandibular reconstruction: Validation of a new method using stereophotogrammetry. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2013; 42 (1): 19-25.
- Verhoeven, T. J., Nolte, J. W., Maal, T. J., Berge, S. J., & Becking, A. G. Unilateral condylar hyperplasia: A 3-dimensional quantification of asymmetry. *PLoS One.* 2013; 8 (3): e59391.
- Verze, L., Bianchi, F. A., Schellino, E., & Ramieri, G. Soft tissue changes after orthodontic surgical correction of jaws asymmetry evaluated by three-dimensional surface laser scanner. *J Craniofac Surg.* 2012; 23 (5): 1448-1452.
- Vrabec, J. T., Backous, D. D., Djalilian, H. R., Gidley, P. W., Leonetti, J. P., Marzo, S. J., . . . Facial Nerve Disorders, C. Facial nerve grading system 2.0. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2009; 140 (4): 445-450.
- Walker, D. T., Hallam, M. J., Ni Mhurchadha, S., McCabe, P., & Nduka, C. The psychosocial impact of facial palsy: Our experience in one hundred and twenty six patients. *Clin Otolaryngol.* 2012; 37 (6): 474-477.
- Walker, H. K. (1990). Cranial nerve vii: The facial nerve and taste. In H. K. Walker, W. D. Hall, & J. W. Hurst (Eds.), *Clinical methods: The history, physical, and laboratory examinations* (3 ed.). Boston.
- Wang, S., Li, H., Qi, F., & Zhao, Y. Objective facial paralysis grading based on pface and eigenflow. *Med Biol Eng Comput.* 2004; 42 (5): 598-603.
- Wilson, M. D. The life and times of thomas willis and his impact on contemporary medicine. *J Hist Neurosci.* 2012; 21 (2): 127-131.
- Yanagihara, N. (1976). Grading of facial palsy. In U. Fisch (Ed.), *Proceedings of the third international symposium on facial nerve surgery; zurich* (pp. 533– 535). Birmingham: Auesculapius Publishing Company.
- Yanagihara, N., & Hato, N. Assessment of facial nerve function following acoustic neuroma surgery: Facial nerve grading system. *Acoustic Neuroma.* 2003: 91-98.
- Yen, T. L., Driscoll, C. L., & Lalwani, A. K. Significance of house-brackmann facial nerve grading global score in the setting of differential facial nerve function. *Otol Neurotol.* 2003; 24 (1): 118-122.
- Yetiser, S., & Karapinar, U. Hypoglossal-facial nerve anastomosis: A meta-analytic study. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2007; 116 (7): 542-549.

- Zernial, O., Springer, I. N., Warnke, P., Harle, F., Risick, C., & Wiltfang, J. Long-term recurrence rate of pleomorphic adenoma and postoperative facial nerve paresis (in parotid surgery). *J Craniomaxillofac Surg.* 2007; 35 (3): 189-192.
- Zhurov, A. I., Richmond, S., Kau, C. H., & Toma, A. M. (2010). Averaging facial images. In C. H. Kau & S. Richmond (Eds.), *Three-dimensional imaging for orthodontics and maxillofacial surgery*. London: Wiley Blackwell.

