

Derleme

# Mandibulanın Patolojik Kırık Nedenleri ve Kritik Boyut Defekti Kavramı

## *The Causes of Pathological Fracture of Mandible and The Concept of Critical Size Defect*

Arzum Yılmaz<sup>1</sup> , Sedat Çetiner<sup>2</sup> 

### ÖZET

Mandibula kırıkları, maksillofasial bölgede burun, orbita, zigomadan sonra dördüncü en sık görülen kırıklardır. Kemik defektleri yaygın ve birçok klinik durumda ortaya çıkabilen bir durumdur. Kritik boyut defektleri kendi haline bırakıldığında veya cerrahi olarak stabilize edildiğinde spontan iyileşme gösteremeyen, kemik dolumu gerçekleşmeyen fibröz doku ile iyileşme gösteren boyuttaki defektler olarak adlandırılırlar. Patolojik kırıklar ise genellikle osteomyelitis, osteoradyonekroz, BRONJ bulunan bölgelere ya da kistik lezyonlar, benign, malign veya metastatik tümörlerin bulunduğu bölgelere yapılan cerrahi müdahalelerden (üçüncü molar diş çekimi, implant uygulaması, kist tümör operasyonu gibi) sonra meydana gelir. Hekimlerin patolojik kırık oluşma nedenleri ve defektlerin yönetimi konusunda bilgi sahibi olması risk faktörlerinin azaltılması ve uygun tedavi planlamasının belirlenmesi açısından oldukça önem arz etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Defekt; Mandibula; Patolojik Kırık

### ABSTRACT

Mandible fractures are the fourth most common fractures after the nose, orbit, and zygoma in the maxillofacial region. Bone defects are common and can occur in many clinical conditions. Critical size defects are determined that cannot heal spontaneously and heal with fibrous tissue does not heal with bone formation areas. Pathological fractures usually occur after surgical interventions that (such as third molar tooth extraction, dental implant operations, cyst tumor surgeries) in areas with osteomyelitis, osteoradionectosis, BRONJ or cystic lesions, benign, malignant or metastatic tumors. It is very important for dentists to have knowledge about the causes of pathological fractures and the management of defects in terms of reducing risk factors and determining the appropriate treatment planning.

**Keywords:** Defect; Mandible; Pathological Fracture

Makale gönderiliş tarihi: 03.04.2022; Yayına kabul tarihi: 28.09.2022

İletişim: Dr. Arzum Yılmaz

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

E-posta: [arzymilmaz@gmail.com](mailto:arzymilmaz@gmail.com)

<sup>1</sup> Doktora öğrencisi, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup> Prof. Dr., Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

## GİRİŞ

Mandibula kırıkları, maksillofasiyal bölgede burun, orbita, zigomadan sonra dördüncü en sık görülen kırıklardır.<sup>1</sup>

Mandibulanın bölgelerine göre kırık görülme sıklığı ise şu şekildedir:<sup>1,2</sup>

Korpus %29.5 sıklıkla en çok kırılan mandibula bölgesidir.

- Angulus %27.5
- Kondil %21.1
- Simfizis %19.5
- Ramus %2.4
- Koronoid %0.2

Kırıkları olarak sıralanır.

Mandibuladaki kırık tipine göre ;<sup>1,2</sup>

- Yeşil Ağaç Kırığı
- Basit Kırık
- Birleşik (Compound) Kırık
- Kompleks Kırık
- Parçalı Kırık
- Teleskop Kırık
- Patolojik Kırık

olarak sınıflandırılırlar.

Patolojik mandibula kırıkları, tüm mandibula kırıkları içerisinde %2'den az bir orana sahiptir. Mandibula kemiğinin altta yatan patolojik bir durumdan dolayı zayıflayan bölgelerinde oluşan kırıklar olarak tanımlanabilir.<sup>3-6</sup>

Patolojik kırıklar genellikle osteomyelitis, osteoradyonekroz, BRONJ bulunan bölgelere ya da kistik lezyonlar, benign, malign veya metastatik tümörlerin bulunduğu bölgelere yapılan cerrahi müdahalelerden (üçüncü molar diş çekimi, implant uygulaması, kist tümör operasyonu gibi) sonra meydana gelir.<sup>7</sup>

Patolojik kırıkların tedavisi zordur ve etiyolojiye göre karar verilmelidir.<sup>7</sup>

### Diş çekimi nedeniyle oluşan patolojik kırıklar:

Operasyon sırasında veya çekimden haftalar sonra meydana gelebilir. Son literatürlerde genellikle gömülü üçüncü molar diş çekiminden sonra kırık görüldüğü bildirilmiştir. Yaş, cinsiyet, dişin konumu,

kemikte enfeksiyon varlığı, cerrahi teknik, hastanın post-op önerilere uyumu(çekim sonrası sert çiğneme gibi) risk faktörleri arasındadır. 40 yaş üzerindeki hastalarda ve erkek cinsiyette diş çekimi sonrası kırık riski daha yüksektir. Yaşa bağlı olarak risk artışının sebepleri ilerleyen yaşlarda kemik elastikiyetinin azalması, periodontal ligamentin daralması ve dişin kemiğe artan ankilozu sayılabilir.<sup>8-10</sup>

### İmplant uygulaması nedeniyle oluşan patolojik kırıklar:

İmplant yerleştirilirken veya operasyondan sonra meydana gelebilir.<sup>11,12</sup> İmplant yerleşiminden sonra overdenture protez yapımı sonra kemik kaybına bağlı kırık görülen en sık bölge simfizis bölgesi olmuştur. Ayrıca atrofik mandibulada implant çevresi kemikte biriken stres dolayısıyla oluşan marjinal kemik kaybı da patolojik kırık için predispozan faktördür.<sup>16</sup> Osteointegrasyon döneminde aşırı okluzal yüklemeye maruz bırakmak mandibulaya herhangi bir travma olmaksızın bölgede kırık oluşumuna neden olabilir. Periyodik klinik ve radyolojik takip yapılması komplikasyonların önlenmesi açısından önemlidir.<sup>12</sup>

### Kistik lezyonlar kaynaklı oluşan patolojik kırıklar:

Kistlerin buldukları bölgede kemik yıkımı yaparak büyüme eğilimine sahip olduğu için mevcut bölgelerde kırık yaratma riskleri vardır. Anevrizmal kemik kisti, radiküler kistler, rezidüel kistler, odontojenik keratokist gibi lezyonlar patolojik kırıklara neden olabilmektedir. Genellikle kiste bağlı kırıklar angulus ve korpus bölgesinde görülürken simfizis ve kondil kırıklarının olduğu vakalar da bildirilmiştir.<sup>3,5,13,14</sup>

### Benign veya malign neoplazmalar kaynaklı oluşan patolojik kırıklar:

Genellikle oral squamöz hücreli karsinom ve metastatik tümörler kaynaklı meydana gelir. Kadın ve erkek cinsiyette görülme sıklığı aynı olmakla beraber en fazla görüldüğü bölge angulus daha sonrasında korpus ve kondil bölgeleridir. Hastanın genel sağlığı tedavi planlaması yapılırken limitasyon oluşturabilir. Çünkü mevcut lezyonun yarattığı kırık neoplastik bir hastalığın ileri evre bulgusu olabilir. Öncelikli hedef ağrı kontrolünü ve oral fonksiyonu sağlayıp hastanın hayat kalitesini arttırmak olmalıdır. Neoplazmalı hastalarda altın standart tedavi, primer

radikal cerrahi uygulanarak segmental rezeksiyon yapmaktır.<sup>5,15,16</sup>

Kist ve tümörler mandibulada buldukları yerlerde büyüklüklerine bağlı olarak unikortikal veya bikortikal defektli bölgeler yaratmış olmaktadır. Bu nedenle kemik defekti ve kritik boyut defekti kavramlarına ve bunların yönetimine değinmek gerekliliktir. Kemik defektleri yaygın ve birçok klinik durumda ortaya çıkabilen bir durumdur. Genellikle kemik kaybıyla birlikte olan açık kırıklar, yüksek enerjili travmalar, kemik debridmanı gerektiren enfeksiyöz durumlar, kemik tümörlerinin rezeksiyonu ile oluşur.<sup>21</sup>

Kritik boyut defektinin ise tek bir standart tanımı yoktur. Genellikle kendi haline bırakıldığında veya cerrahi olarak stabilize edildiğinde spontan iyileşme gösteremeyen, kemik dolumu gerçekleşmeyen fibröz doku ile iyileşme gösteren boyuttaki defektler olarak adlandırılırlar.<sup>22</sup> Genel literatürlerde defekt genişliği 1-2 cm'den büyük olan ve kemik çevresinde defekt bölgesinde %50'den fazla kemik kaybı olan durumların kritik boyut defekti olarak adlandırılması önerilmiştir.<sup>23</sup> Ancak bu durum defektin olduğu anatomik bölge ve defekt çevresi yumuşak dokuların durumundan da etkilenir.<sup>24</sup>

Kritik boyut defektlerinde spontan kemik iyileşmesi olmadığı için greft ve implant gibi osteoindüktif ve/veya osteokondüktif ajanlar kullanılması hem defektlerin tedavisi hem de bölgede kemik ogmentasyonu için gerekmektedir.<sup>25</sup>

Geçmişten günümüze kritik boyut defektlerinin iyileşmesi için ideal greft vs materyalinin bulunması için birçok hayvan çalışması yapılmıştır. İnsan mandibulasıyla fizyolojik ve histolojik benzerliklerinden dolayı en çok tercih edilen canlılar rat, tavşan, köpek ve maymunlardır.<sup>26</sup>

Onkolojik cerrahide en çok rezeksiyon yapılan fasiyal kemik mandibuladır. Devamlılığı olmayan defektler oluştuğunda konuşma, çiğneme, yutkunma fonksiyonlarının yanı sıra estetik de olumsuz etkilenir. Bölgede kemik devamlılığı, estetik görünüm ve fonksiyonun sağlanabilmesi için kemik greftleri gereklidir.<sup>26,27</sup>

Otolog kemik greftleri defekt rekonstrüksiyonunda altın standart olmakla beraber hasta morbiditesini arttırması ve ikinci bir operasyon alanı oluşturması

nedeniyle yeni greft alternatiflerinin bulunması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu amaçla biyoaktif faktörler, hücreler, biyoyumlu yapı iskeletlerinin uygun bir kombinasyonla kullanımı kemik rejenerasyonu için yeni ve umut verici bir yaklaşım olacaktır.<sup>27</sup>

Allojenik kemik iliği kaynaklı kök hücre (BMSC) ve PRF kombinasyonunun uygulandığı ratlardaki defektlerde bu kombinasyon oluşan yeni kemik miktarını arttırarak aynı zamanda inflamatuvar hücre sızıntısı ve granülasyon dokusu oluşumunu azaltarak bölgede iyileşmeyi hızlandırdığı bildirilmiştir.<sup>27</sup>

Al-Fotawai ve ark. tavşanlar üzerinde yaptıkları çalışmada kalsiyum sülfat ve hidroksiapatit sement kombinasyonu bir maddenin (CERAMENT), BMP-7 ve tavşan mezenkimal kök hücrelerinin masseter kastan defekt bölgesine çevrilen kas flebinin içine enjekte edilmesiyle bölgedeki iyileşmeyi periyodik olarak radyograflarla incelemişlerdir. Sonuç olarak kemik oluşumunun indüklendiği ve bu yöntemin potansiyeli olan bir tedavi yöntemi olabileceği bildirilmiştir.<sup>28</sup>

Mandibula kritik boyut defektlerinde otojen kemik yerine osteoindüktif pöroz bifazik kalsiyum fosfat seramik kullanımının kemik oluşumuna etkisinin incelendiği bir çalışmada çalışmanın limitasyonlarına rağmen bu maddenin tavşan mandibulasında 12 haftada yeni kemik oluşumunu ve periodontal rejenerasyonu desteklediği bildirilmiştir.<sup>29</sup>

#### **Osteomyelitis kaynaklı oluşan patolojik kırıklar:**

Mandibulanın osteomyeliti bir immün yetmezlik durumu varsa veya elimine edilmemiş enfeksiyöz bir durum mevcudiyetinde oluşabilir. Bundan dolayı mandibular kemik zayıflar ve normal bir fonksiyon sırasında bile kırık meydana gelebilir. Görülme sıklığı erkek cinsiyette ve angulus bölgesinde daha fazladır.<sup>17</sup>

#### **ORN ve BRONJ kaynaklı oluşan patolojik kırıklar:**

Radyasyon tedavisi baş- boyun kanserli hastalarda faydalı bir tedavi olmakla birlikte bölgeye uygulanan radyasyondan dolayı özellikle bölgedeki kan akımındaki azalmaya bağlı olarak yumuşak dokuda nekroz, devitalize ve sürekli ağırlı kemik, sekestr ve patolojik kırık gibi komplikasyonlar meydana gelebilir.<sup>18,19</sup>

Bifosfanatlar osteoporöz veya metastatik hastalıkların tedavisinde kullanılan güçlü ilaçlardır. Kemik remodelyasyonunu etkileyen ilaçlar olduklarından yan etki olarak bifosfanatla ilişkili çene nekrozu (BRONJ) yaratma riski bulunmaktadır. BRONJ hastanın yaşam kalitesini bozar ve kendini yenileyemeyen sağlıksız bir kemik oluşmasına neden olduğu için mandibulada patolojik kırık oluşmasına risk yaratır.<sup>20</sup>

## PATOLOJİK KIRIKLARIN YÖNETİMİ

M.Ö. 1650li yıllarda mandibula teşhis ve muayenesinden bahsedildiği Eski Mısır'a ait olduğu düşünülen kayıtlar bulunmaktadır.<sup>30</sup> Kırık tedavisinde ilk protokol Hipokrat'ın bildirdiği kırık fragmanlarının sirkumdental teller ile yaklaştırılması ve ekstraoral bandajlar yardımıyla immobilizasyonun sağlanması konseptidir.<sup>31</sup> Sonrasında kırık fiksasyonu sırasında oklüzyonun önemi, fragmanlar üzerinde çevre kaslarının etkisinin tespit edildiği birçok çalışma yapılmış ve günümüzde mandibula kırıkları için belirlenen tedavi protokollerinin temeli atılmıştır.<sup>30</sup>

Mandibula kırıklarının tedavisinde tercih edilecek yöntem her zaman tartışmalı bir konu olmuştur. Tedavi yöntemi seçilirken, açık ve/veya kapalı redüksiyon uygulaması, kırığın konumu ve fragmanların yer değiştirme miktarı, mevcut oklüzyonun durumu, kırığa eşlik eden başka yaralanmaların bulunup bulunmadığı, hastanın yaşı ve hastanın tedaviyi kabul etmesi göz önünde bulundurularak yöntem seçimi yapılmalıdır. Patolojik kırıklarda kırık alanının stabilitesinin sağlanması için greft gerekliliğinin olup olmadığının doğru analiz edilmesi önemlidir.<sup>30,32</sup>

### Mandibula kırıklarının tedavisinde tercih edilebilecek tüm yöntemlerde amaç,

- 1- Stabil bir oklüzyonun sağlanması,
  - 2- Mandibulanın hareket mesafesinin doğal sınırlarda kalabilmesi,
  - 3- Fasiyal ve dental arkta gözlenen asimetrielerin düzeltilmesi,
  - 4- Mandibula hareketlerinin ağrısız olarak yapılabilmesi,
  - 5- TME içerisinde internal düzensizliklerin oluşmasının önlenmesi,
  - 6- Mandibulanın gelişiminde düzensizliklerin oluşmasının önlenmesi,
- olmalıdır.<sup>1,33</sup>

Carlson ve Marcussen<sup>34</sup> çalışmalarında patolojik kırık meydana gelen hastaların %32'sinde kırığın osteoradyonekroz, %12'sinde primer malign bir tümör, %12'sinde kistik bir lezyon veya benign diğer lezyonlar, %8'inde MRONJ kaynaklı ve %4'ünde ise osteomyelit nedeniyle oluştuğunu bildirmişlerdir.

Malignant bir tümör kaynaklı patolojik kırık meydana geldiğinde tedavi kemoterapi, radyoterapi gerekliliği ile birlikte mandibulanın segmental rezeksiyonunu içermelidir.<sup>3</sup> MRONJ kaynaklı gelişen patolojik kırıkların tedavisi için henüz bir fikir birliğine varılamamıştır. Konservatif tedaviden majör rezeksiyonlara, internal veya eksternal fiksasyondan, otojen greftleme gibi birçok tedavi önerisi sunulmaktadır.<sup>20</sup> Osteomyelit kaynaklı patolojik kırıklarda tedavi adım adım yönetilir. İlk olarak etken mikroorganizmaya yönelik 6 haftalık intravenöz antibiyotik tedavisi uygulanır. Sonrasında sekestrotomi veya rezeksiyon sonrası bölgede kalan sağlıklı kemik miktarına göre kırığın tedavisi için yöntem seçilir.<sup>3,5</sup> Kistler ve iyi huylu lezyonlardan kaynaklanan patolojik kırıklarda tedavide ana prensip lezyonun çıkarılmasından sonra, greftli veya greftsiz olarak mandibulanın rijit fiksasyonunun sağlanmasıdır.<sup>3,7,13</sup> Gömülü üçüncü molar dişlerinin çıkartılmasından sonra mandibula kırığı meydana gelen hastalarda büyük bir defekt alanı mevcut olabilir. Kemik canlı ve enfekte değilse fiksasyon sonrasında sorunsuz bir iyileşme süreci olacaktır ancak defekt alanın greftle desteklenmesinin gerekip gerekmeyeceği doğru analiz edilmelidir.<sup>3,5</sup>

Carlson ve Marcussen<sup>34</sup> yaptıkları çalışmada patolojik kırıkların kadın ve erkeklerde eşit oranda meydana geldiğini ve patolojik kırıkların orta yaş ve üzeri kişilerde mandibula ve orta yüz kırıklarının ise genç bireylerde ortaya çıktığını bildirmişlerdir.

## SONUÇ

Patolojik kırıklar, genellikle lokalize problemlerden kaynaklanmaları dışında generalize sağlık sorunu olan hastalarda bir komplikasyon olarak da meydana geldikleri için teşhis ve tedavileri hem hekimler için hem de hastalar için zor ve karmaşıktır. Etiyolojinin doğru belirlenmesi ile beraber klinik ve radyolojik bulguların dikkatlice incelenip, en uygun tedavinin en kısa sürede uygulanması başarıyı etkileyen en önemli faktörlerdir. Uygun tedavi seçiminde hastaya ait sebeplerin yanı sıra hekim tecrübesi de çok

önemlidir. Prognuzu kötü seyreden lezyonlara ve kötü genel sağlığa sahip hastalarda tedavi için limitli seçenek mevcuttur. Bu durumlarda ise öncelikli olarak hastanın yaşam kalitesini arttırmaya ve ağrısını azaltmaya yönelik müdahaleler uygulanmalıdır.

Özellikle kist, tümör cerrahileri ve gömülü üçüncü molar dişlerinin sonrasında çekimi sonrasında mandibulada operasyon bölgesinde defektli bir alan yaratılmış olmaktadır. Bu nedenle kritik boyut defekti kavramı hakkında bilgi sahibi olmak önemlidir. Kritik boyut defekti kavramıyla alakalı hala kesin bir tanım belirlenememiştir ve etiyojisi multifaktöriyeldir. Defekt bölgesinin tedavisi içinse otojen greft kullanımı altın standarttır. Ancak morbidite ve ikinci cerrahi gerekliliği nedeniyle alternatif greft seçenekleri gereklilik haline gelmiştir. Defekt yönetimi ve tedavi planlaması için çalışmalar devam etmekle beraber kesin bir tanım ve tedavi belirlenebilmesi için daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak hekimlerin mandibulada defektli alan yaratacak cerrahi müdahalelerden önce opere edilecek alanla ve yapılacak operasyonla alakalı riskleri, güncel tedavileri ve alternatif seçenekleri bilmeleri, doğru endikasyon ve tedavi planlaması yapılarak hastaya minimal zarar yaratılması açısından önemlidir.

## KAYNAKLAR

1. Miloro M., Ghali G.E., Larsen P., Waite P. Peterson's Principles of Oral and Maxillofacial Surgery. 3rd edition, PMPH USA; 2012, pg 408-433.
2. Anatomic distribution of mandibular fractures. (From Haug RH, Prather J, Indresano AT. An epidemiologic survey of facial fractures and concomitant injuries. J Oral Maxillofac Surg 1990;48:926-32.
3. Coletti D, Ord RA. Treatment rationale for pathological fractures of the mandible: a series of 44 fractures. Int J Oral Maxillofac Surg 2008;37:215-22.
4. Choi BJ, Choi SC, Kwon YD. Aneurysmal bone cyst causing a pathologic fracture of the mandibular condyle. J Oral Maxillofac Surg 2011;69:2995-3000.
5. Gerhards F, Kuffner HD, Wagner W. Pathological fractures of the mandible. A review of the etiology and treatment. Int J Oral Maxillofac Surg 1998;27:186-90.
6. Algahtani M, Alqudah M, Alshehri S, Binahmed A, Sandor GK. Pathologic fracture of the mandible caused by metastatic follicular thyroid carcinoma. J Can Dent Assoc 2009;75:457-60.

7. Boffano P, Rocca F, Gallesio C, Berrone S. Pathological mandibular fractures: a review of the literature of the last two decades. Dent Traumatol 2013;29:185-96.
8. Wagner KW, Otten JE, Schoen R, Schmelzeisen R. Pathological mandibular fractures following third molar removal. Int J Oral Maxillofac Surg 2005;34:722-6.
9. Komerik N, Karaduman AI. Mandibular fracture 2 weeks after third molar extraction. Dent Traumatol 2006;22:53-5.
10. Kao YH, Huang IY, Chen CM, Wu CW, Hsu KJ, Chen CM. Late mandibular fracture after lower third molar extraction in a patient with Stafne bone cavity: a case report. J Oral Maxillofac Surg 2010;68:1698-700.
11. Soehardi A, Meijer GJ, Manders R, Stoelnga PJ. An inventory of mandibular fractures associated with implants in atrophic edentulous mandibles: a survey of Dutch oral and maxillofacial surgeons. Int J Oral Maxillofac Implants 2011;26:1087-93.
12. Lamas Pelayo J, Peñarrocha Diago M, Martí Bowen E, Peñarrocha Diago M. Intraoperative complications during oral implantology. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2008;13:E239-43.
13. Ezias A, Sugar AW. Pathological fractures of the mandible: a diagnostic and treatment dilemma. Br J Oral Maxillofac Surg 1994;32:303-6.
14. Goddard R, Patel N. Aneurysmal bone cyst masquerading as unknown mandibular metastatic deposit causing pathological fracture. Dent Update 2007;34:230-2.
15. Jia J, Zhang WF, Liu B, Zhao YF. Pathological fracture of condyle from metastatic breast adenocarcinoma. Oral Oncol Extra 2006;42:98-100.
16. Boffano P, Viterbo S, Barreca A, Berrone S. Pathologic mandibular fracture as the presenting manifestation of multiple myeloma. J Craniofac Surg 2011;22:1312-5.
17. Ogasawara T, Sano K, Hatsusegawa C, Miyauchi K, Nakamura M, Matsuura H. Pathological fracture of the mandible resulting from osteomyelitis successfully treated with only intermaxillary elastic guiding. Int J Oral Maxillofac Surg 2008;37:581-3.
18. Rice N, Polyzois I, Ekanayake K, Omer O, Stassen LF. The management of osteoradionecrosis of the jaws--a review. Surgeon 2015;13:101-9.
19. Støre G, Boysen M. Mandibular osteoradionecrosis: clinical behaviour and diagnostic aspects. Clin Otolaryngol Allied Sci 2000;25:378-84.
20. Otto S, Pautke C, Hafner S, Hesse R, Reichardt LF, Mast G, et al. Pathologic fractures in bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaw--review of the literature and review of our own cases. Craniomaxillofac Trauma Reconstr 2013;6:147-54.
21. Nauth A, McKee MD, Einhorn TA, Watson JT, Li R, Schemitsch EH. Managing bone defects. J Orthop Trauma. 2011;25:462-6.
22. Keating JF, Simpson AH, Robinson CM. The management of fractures with bone loss. J Bone Joint Surg Br 2005;87:142-150.

- 23.** Sanders DW, Bhandari M, Guyatt G, *et al.* Critical-sized defect in the tibia: is it critical? Results from the SPRINT trial. *J Orthop Trauma* 2014;28:632–5.
- 24.** Schemitsch EH. Size Matters: Defining Critical in Bone Defect Size! *J Orthop Trauma* 2017;31:S20-2.
- 25.** Anderson ML, Dhert WJ, de Bruijn JD, Dalmeijer RA, Leenders H, van Blitterswijk CA, *et al.* Critical size defect in the goat's os ilium. A model to evaluate bone grafts and substitutes. *Clin Orthop Relat Res* 1999;364:231-9.
- 26.** Schmitz JP, Hollinger JO. The critical size defect as an experimental model for craniomandibulofacial nonunions. *Clin Orthop* 1986; 205: 299-308.
- 27.** Awadeen MA, Al-Belasy FA, Ameen LE, Helal ME, Grawish ME. Early therapeutic effect of platelet-rich fibrin combined with allogeneic bone marrow-derived stem cells on rats' critical-sized mandibular defects. *World J Stem Cells* 2020;12:55-69.
- 28.** Al-Fotawei R, Ayoub AF, Heath N, Naudi KB, Tanner KE, Dalby MJ, McMahon J. Radiological assessment of bioengineered bone in a muscle flap for the reconstruction of critical-size mandibular defect. *PLoS One* 2014;9:e107403.
- 29.** Santos PS, Cestari TM, Paulin JB, Martins R, Rocha CA, Arantes RVN, *et al.* Osteoinductive porous biphasic calcium phosphate ceramic as an alternative to autogenous bone grafting in the treatment of mandibular bone critical-size defects. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2018;106:1546-57.
- 30.** Fonseca RJ., Barber H.D., Powers M.P. *Oral and Maxillofacial Trauma*, 4th ed. Philadelphia: Elsevier/ W.B. Saunders; 2013.
- 31.** Gahhos F, Ariyan S. Facial fractures: hyppocratic management. *Head Neck Surg* 1984;6:1007–13.
- 32.** Stacey, D. H., Doyle, J. F., Mount, D. L., Snyder, M. C., & Gutowski, K. A. (2006). Management of mandible fractures. *Plast Reconstr Surg* 2006;117:48e-60e.
- 33.** Bormann KH, Wild S, Gellrich NC, Kokemuller H, Stuhmer C, Schmelzeisen R, *et al.* Five-year retrospective study of mandibular fractures in Freiburg, Germany: incidence, etiology, treatment, and complications. *J Oral Maxillofac Surg J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:1251-5.
- 34.** Carlsen A, Marcussen M. Spontaneous fractures of the mandible concept & treatment strategy. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2016;21:e88-e94.