

Kompresyon Osteosentezlerinde Spongiozanın Ezilme Olasılığı İle Vida - Plak Korozyonu (*)

Dr. **Ş. Kemal ERQL (**)**

Ö Z E T

Sunulan çalışma biyomekanik incelemelere, hesaplamalara dayanmaktadır.

Açılı otokompresyon plağı, bir varizasyon osteotomisinde 200 kp/cm²'lik bir interfragmanier basınç yaratıldığında, kollum femoris ile trohanter kitlesinde spongioza zararlarına yol açmamaktadır.

Çok sayılardaki açılı otokompresyon plaklarının yıllar boyu uzaklaştırılmalarında korozyon zararları ile metaloz gözlemlenmiştir. Bu çalışmada korozyon zararlarının oluş mekanizması biyomekanik koşullar temelinde incelenip tartışıldı.

İlerleyen bir metalozun önlenmesi için, metal implantasyonları, osteotomi yeri ossöz olarak kaynadık.an sonra, bir yıl içinde uzaklaştırılmalıdır.

G İ R İ Ş :

Femurun proksimalinde uygulanan varizasyon osteotomileri ile otokompresyon plak osteosentezi, bu bölgenin kendine özgü olan biyomekaniğini olumsuz yönlerden etkileyerek, kimi değişiklikleri beraberinde getirebilmektedirler. Bu çerçeve içinde yer alabilecek olan özellikler arasında, osteotomi düzlemiyle femur shaft ekseninin oluşturduğu açı (Osteotomi düzleminin oblik olup olmaması) (8), distal

(*) 20-25 Mart 1983'de Bursa - Uludağ'daki VIII. Milli Türk Ortopedi-Travmatoloji Kongresinde bildiri olarak sunuldu.

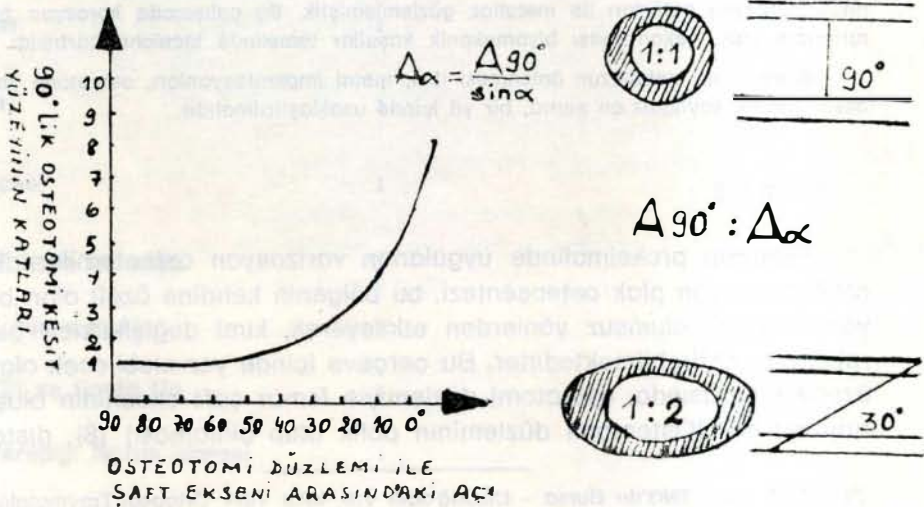
(**) Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi-Travmatoloji Anabilim Dalı Profesörü

fragmanın mediyalizasyon derecesi (1, 14, 25), varizasyon yapıldıktan sonra açılı plağın çakılmasında verilmesi gereken düzlem örtüşme açısının derecesi (11), termik zararlar (13, kortikal kemikle spongiozadaki ezilmeler (31), metal plak altında uzun süre inaktif kalan kortikal bölgenin spongiozlaşması ile vida-plak korozyonu önem kazanan noktalar olarak dile getirilebilirler (7, 9, 10, 11, 12, 16, 24, 29, 30, 32, 33, 35).

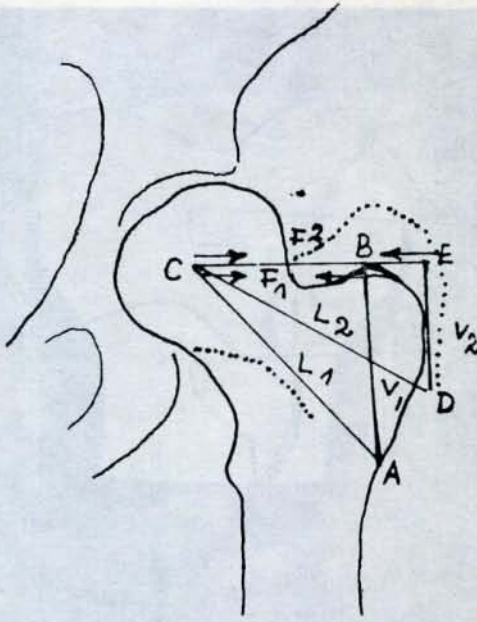
Bir primer kırık iyileşmesi için femurun proksimal bölgesine düzeltici osteotomiden sonra yerleştirilen açılı otokompresyon plaklarının oluşturduğu yeni biyomekanik koşullarda (2, 3, 4, 5, 6, 14, 15, 17, 21, 22, 23, 27, 29, 34) kollum femorisin içindeki spongiöz yapının plak kaması altında ezilerek zararlar yaratabileceği

GEREC - YÖNTEM :

Açılı otokompresyon plaklarıyla yapılan osteosentezlerde, interfragmanter kompresyon uygulanırken, ortaya çıkan fragmanlar arası basınç değerinin 180-200 kp/cm²'e vardığı yapılan kimi yayınlarda açıklanmıştır (20, 22). Biz yaptığımız denemelerde, interfragmanter basınç değerini saptamak açısından kuru femurlardan yararlandık. Bunun için de orijinal tekniğe uygun olarak yapılan bir varizas-

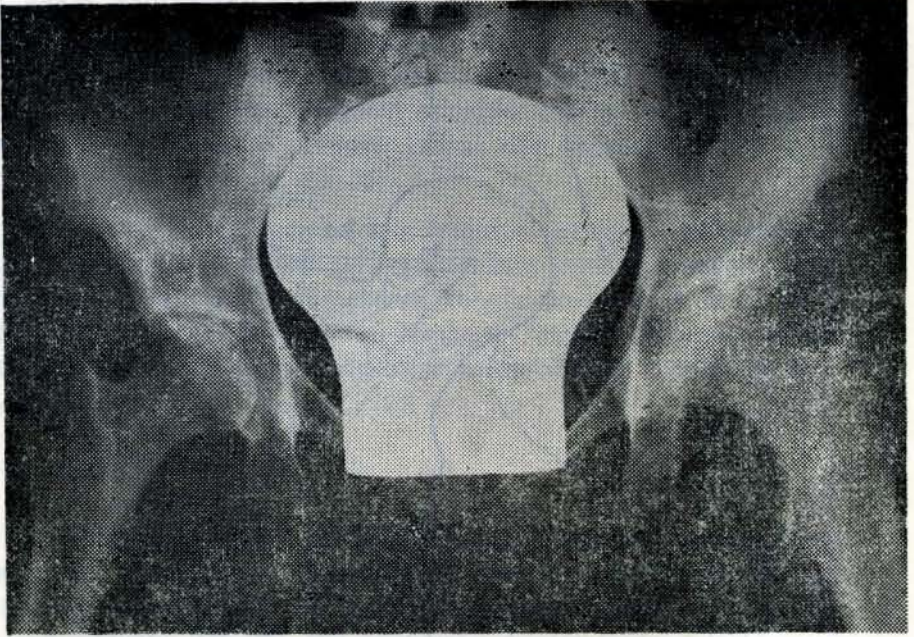


Şekil 1: Osteotomi düzleminin oblik olup olmaması?

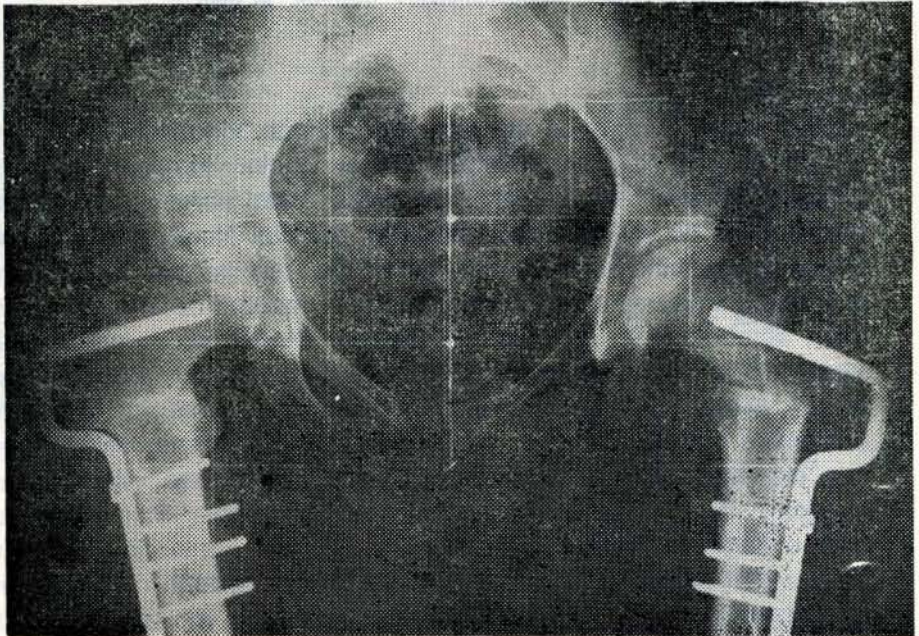


Şekil 2.: Distal fragmanın medializasyon derecesi nasıl hesaplanmalıdır? (AALAM, M.'den)

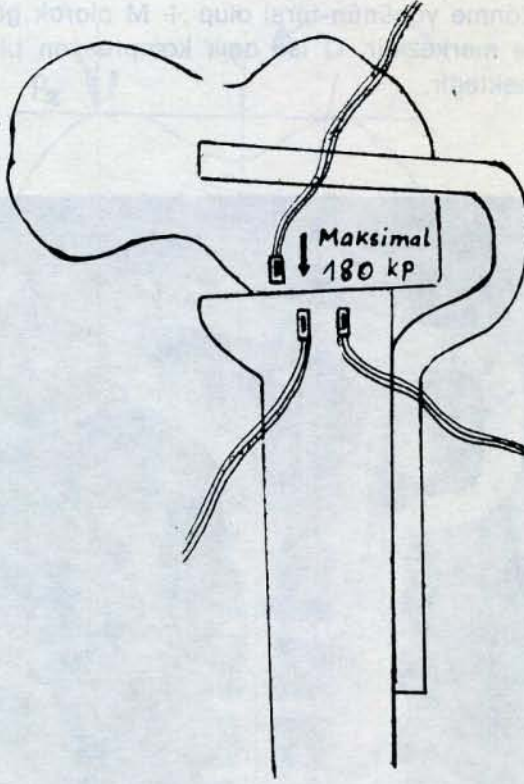
yondan sonra, plak önce üst fragmana çakıldı, vida delikleri ile yivler alt fragmanda hazırlandıktan sonra, vidalar kompresyon efekti olmadan gevşek olarak takıldı. Bu arada distal parçaya yeterli medializasyon da verildi. Strain gauge'ler (gerilim ölçme rozetleri), osteotomi düzlemine yakın olarak, gerek üst gerekse alt fragmanlara, özel teknikle yerleştirildi. Bu gerilim ölçme rozetlerine bağlanan kablolar, açma-kapama ile balans ünitesine (Model SB-1) ayrıca elektronik strain ölçme ünitesine (Model P-350 A) iletildi. Bundan sonra 27° eğimi olan vida deliğinden başlanarak sırasıyla osteotomi düzlemine doğru, gerek her iki 45° eğimli kompresyon deliklerinde, son olarak da nötral delikte vidalar sıkılarak ortaya çıkan değerler saptandı. Bundan sonra yapılan hesaplamalarda interfragmanter basınç değerleri, osteotomi düzleminin lateral yarısında ortalama 180 kp/cm² olarak bulundu. Ama medial yarıda daha düşük değerler ortaya çıkmıştır. Saptadığımız bu değerler, yapılan yayınlarda açıklanan interfragmanter basınç değerlerine uygunluk gösterdiğini



Resim 1: Varizasyondan önce.



Resim 2: Varizasyondan sonra.

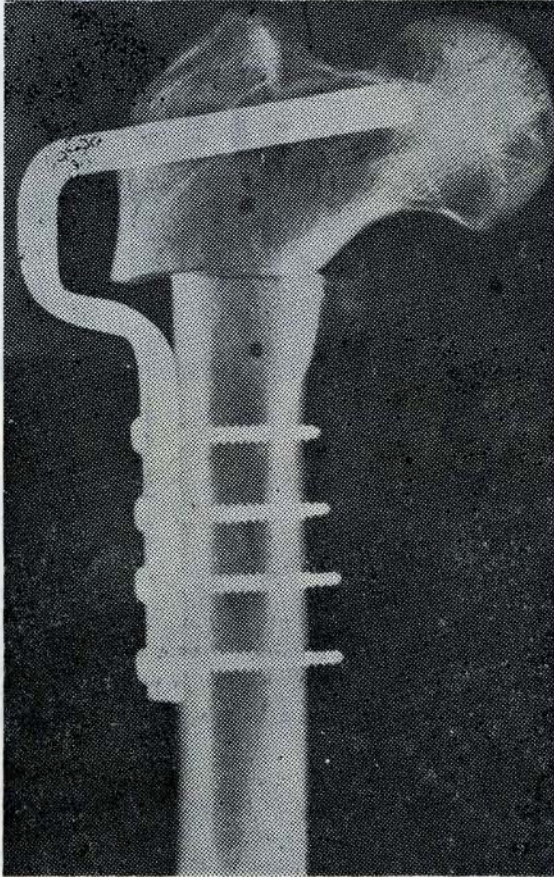


Strain Gage — DMS
(Birim uzama rozetleri) ile
FRAGMANLAR ARASI BASINCIN
ÖLÇÜLMESİ

Şekil 3: Fragmanlar arası basınç (otokompresyon
plağı, yerleştirildikten sonra) 180 Kpcm²'e
ulaşmaktadır.

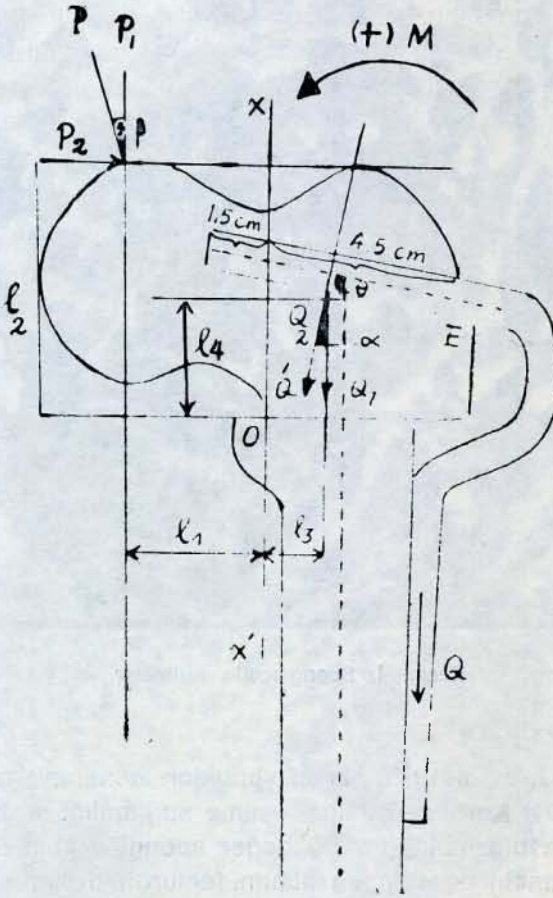
den, trokanterden başlayarak kollum femoris içindeki plak
nın yaslandığı spongiöz alanların ezilme olasılığı açısından yaptığı-
mız hesaplamalarda, 200 kp/cm² olarak alınmıştır. Böylece spongiza-
nın açılı plakla ezilip ezilmeyeceği doğrultusunda maksimal üst de-
ğerler göz önünde tutulmuş olmaktadır.

Denemelerde kullanılan femurlardan birinin orijinal röntgen grafisine göre hazırlanan şeklinde (Şekil 4), momentin dönme yönü, saat yelkovanının dönme yönünün tersi olup + M olarak gösterilmiştir. O noktası dönme merkezidir. O ise açılı kompresyon plağının açılı değerini göstermektedir.



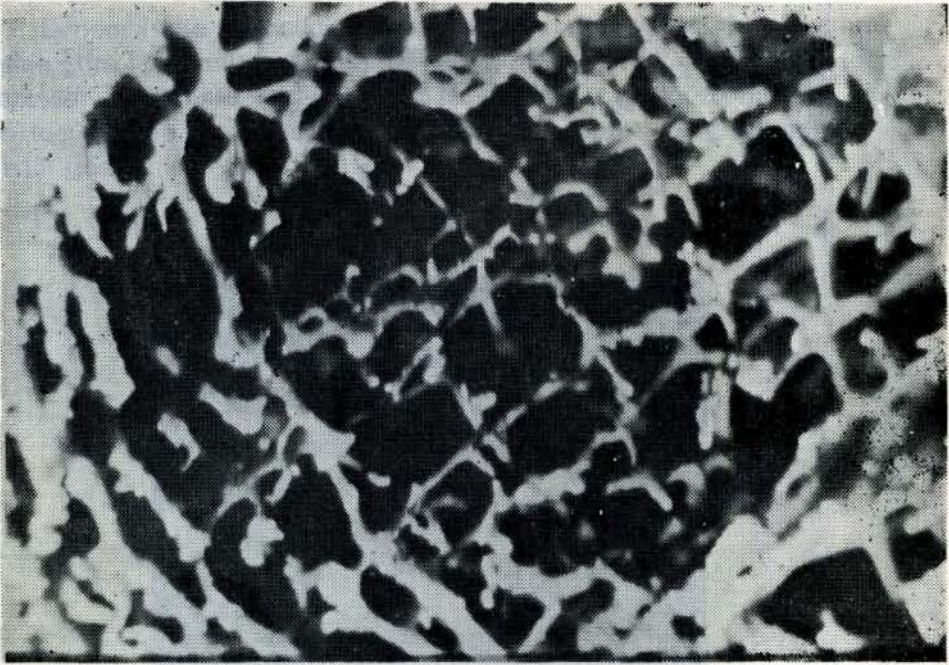
Resim 3: Denemede kullanılan femurlardan biri.

Hesaplarımızda kaçı değerleri alınmıştır. Şekildeki Q gücü, vidalar sıkıldığında ortaya çıkan interfragmanter kompresyonu göstermektedir; bunun bileşenleri Q_1 ile Q_2 'dir. Q' bileşke gücün değeri O plak açısının 100° 'lik durumunda 203 kg.'a, 105° 'lik bir plakta ise 208 kg.'a ulaşmaktadır.



Şekil 4: Spongiozadaki ezilme olasılığının hesaplanması.

Normalde P bileşke gücünün vertikal eksenle yaptığı açı 16° iken, 25° lik bir varizasyon uygulandıktan sonra β açısı 22° olur. Femur başına binen yük de ortalama 200 kp 'dan 150 kp 'a inmektedir. O açısının 100° 'lik değerinde α açısı 10° , 105° 'lik plakta ise 15° 'dir. Ortalama 200 kp/cm^2 'lik bir interfragmanter kompresyonda, proksimaldeki (kollum femoris içindeki) plak kaması $9,0 \text{ cm}^2$ 'lik bir alanda spongioza üzerinde bası yaratmaktadır. Yaptığımız hesaplamalarda da bası değeri 100° 'lik bir plak için $22,55 \text{ kp/cm}^2$ olmaktadır. Bu değer 105° 'lik bir plak için $23,11 \text{ kp/cm}^2$



Resim 4: Spongiozada ezilmeler.

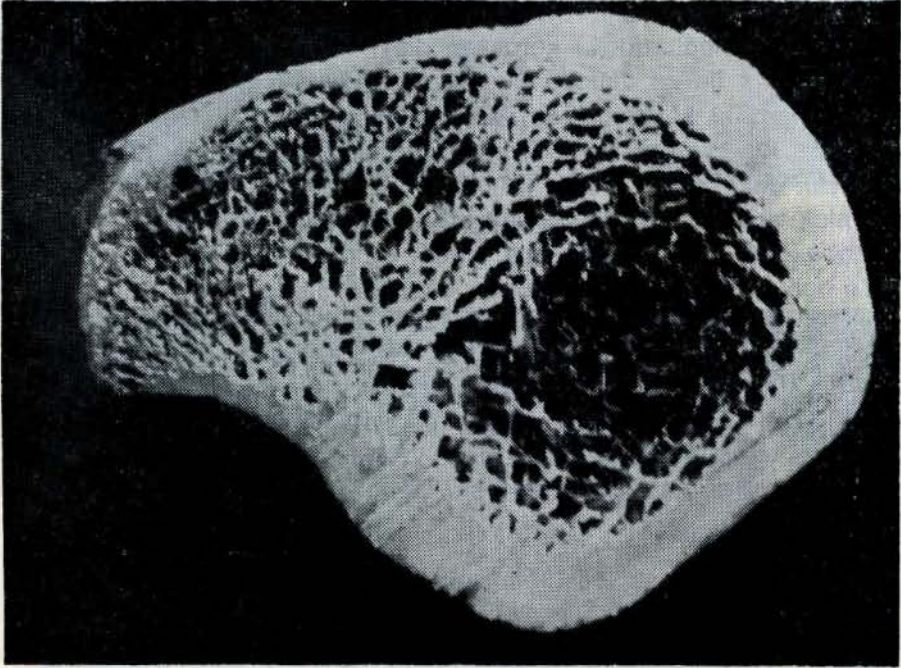
RITTER G. et al 1973 yılında yaptıkları denemelerin sonuçlarını açıkladılar (31): Kortikal kemiğin ezilme sağlamlığı maksimal olarak 1500 kp/cm^2 'e ulaşmaktadır. Bu değer spongiöz kemik için, 21 yaşındaki bir gencin cesedinden alınan femurun trokanter bölgesinde $39,1 \text{ kp/cm}^2$ olarak verilmiştir (31).

Otokompresyon uygulandığında, gerek kemiğin gerekse metalin zorlandığı bir ortamda, esneklik modülleri (E) değişik olan iki ayrı yapı yan yana gelerek bir biyomekanik ünite oluştururlar. Kemiğin esneklik modülünün çeliğe oranla 10 kat daha düşük olduğunu biliyoruz. Fizikteki «etki-tepki» temel ilkesi çerçevesinde burada bir dengelenme gelişecektir; bu da kendisini kemikteki sıkışma, çelikteki uzama olarak yansıtacaktır. Ortalama 200 kg.'lık bir çekme etkisi altına giren metal plakta uzama değeri 2 mm olurken, kemikteki sıkışma ya da kısalma değeri 10 mm varmaktadır; bu etki kemiğin yatay

Osteosentezlerde fragman uçlarında hafif bir rezorbsiyon oluşması, kuşkusuz olumsuz bir sonuç yaratmaktadır. Bizim yıllar boyu

çok sayılgıda uygulayarak sonuçlarını önceden açıkladığımız varyasyon osteotomilerinde (14), osteosentezin otokompresyon plağı ile sağlandığı durumlarda, fragman uçlarında gelişen bir rezorbsiyona rastlanmamıştır. Bu da operasyonda sağlanan kompresyonun, primer bir osteogenezis biçimindeki üretimle, kemik kaynaması tamamlanmaya kadar sürdüğünü konitlamaktadır.

Ortalama 200 kp/cm²'lik fragmanlar arası bir kompresyonla kortikal kemikte ezilmeler beklenemez, çünkü daha önce değinildiği gibi, kompaktanın maksimal ezilme dayanıklılığı 1500 kp/cm²'e varmaktadır (31).



Resim 5: Osteotomi yüzü. Kortikaliste ezilmeler.

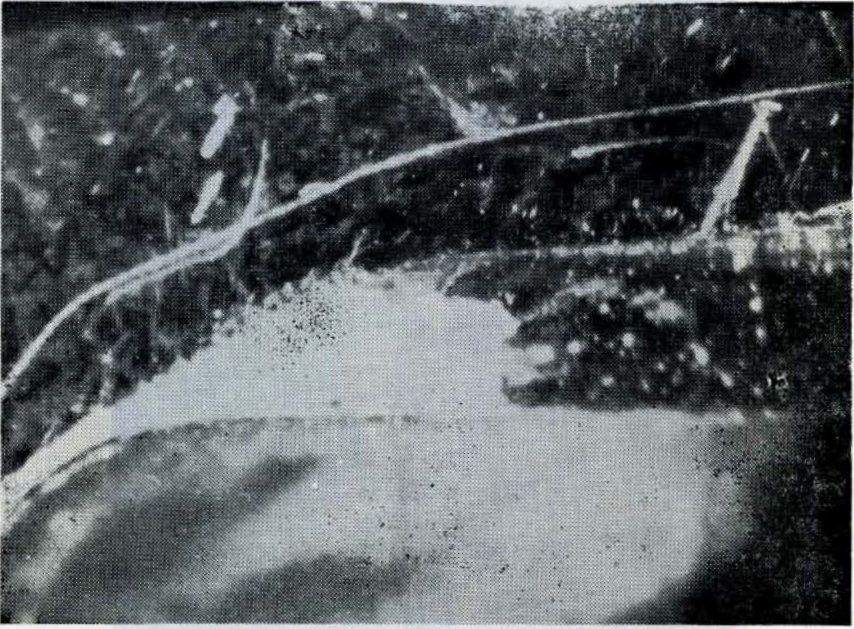
Açılı plağın kollum femorise giren plak kaması boyunca spongiozda ortaya çıkan gerilimler, yaptığımız hesaplamaların sonuçlarına göre 100°'lik bir plakta 22, 55 kp/cm², 105°'lik bir plakta ise 23,11 kp/cm² olduğuna göre, normal koşullarda sünger kemikte de ezilme olasılığı yoktur, çünkü bu değerler spongiozanın ezilme sağlamlığının altında kalmaktadırlar.

Varizasyon osteotomilerinden sonra osteosentez materyellerinin uzaklaştırılmasında, vida-plak korozyon ile çevre dokuların hafif bir metalozu yıllar boyu ilgimizi çekmekteydi. Çıkarılan bu plaklarla vidalardaki korozyona bağlı değişiklikler çıplak gözle görülebilmekteydi. Kullanılmış açılı plaklardan 6 tanesinde, ortaya çıkan korozyon, stereomikroskopla (Olympus) incelenerek fotoğrafları çekildi (Resim 6), (Resim 7), (Resim 8).

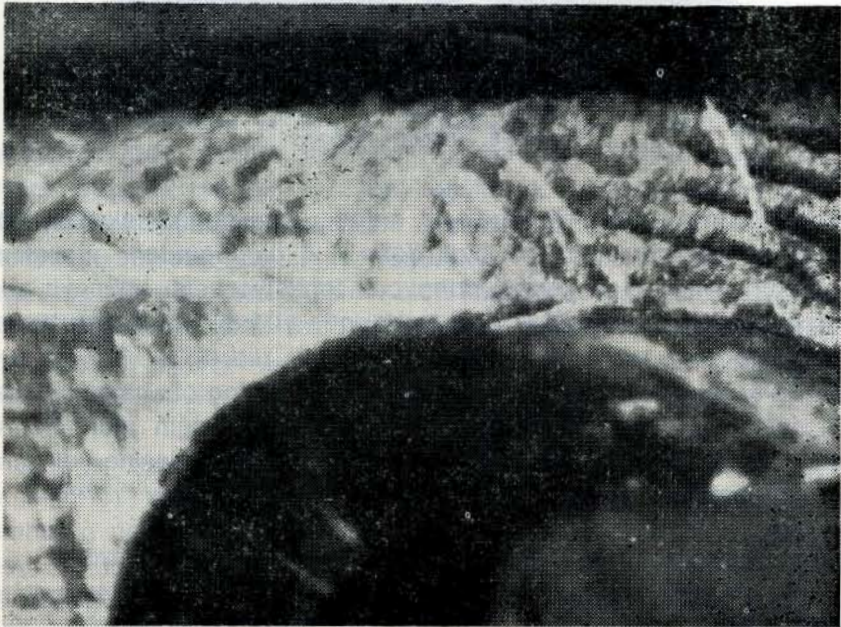
Paslanmaz çelik olarak satışa sunulan osteosentez materyali Cr-Ni-Mo alaşımı olup ABD kod Nr.sı: AISi 316 L. B. Alman kod Nr.sı: 1.4404'dür (18, 19). Burada ilginç olan nokta, çıplak gözle de görülebilen korozyonun, otokompresyon plağının en distalindeki 27° eğilim açısı olan delikle, en proksimaldeki vidanın oturduğu oval biçimli nötral delik çevresinde yoğunlaşmış olduğudur. Ayrıca bu deliklerde oturan vidalarda da korozyon olayı en şiddetlidir. Açılı plağın en proksimal ile en distalindeki vida delikleriyle bu deliklerde oturan vidalardaki korozyon, yarıklar biçimindeki erozyonlarla metalin iç strüktürüne doğru ilerlemeler göstermektedir. Plakların vida takılmayan çakma delikleriyle 45° eğilimli kompresyon deliklerinde, ayrıca plak yüzeylerinde de, değişik yaralanmalara bağlı olarak koruyucu tabakanın yer yer yitirilmiş olduğu saptandığı halde, bu bölgelerde belirgin bir korozyon olgusuna rastlanmamıştır.

Esneklik modülü kemiğinkinden 10 kat daha büyük olduğundan oldukça rijid olan metal plakla yapılan kompresyon osteosentezinde, 180-200 kp/cm² değerindeki fragmanlar arası basınçla stabilite sağlanırken, kemiğin plak altında kalan bölgesinde, hemen hemen 3/4 oranında ya da % 80'e varan bir ölçüde fonksiyon yitilmektedir (9, 10).

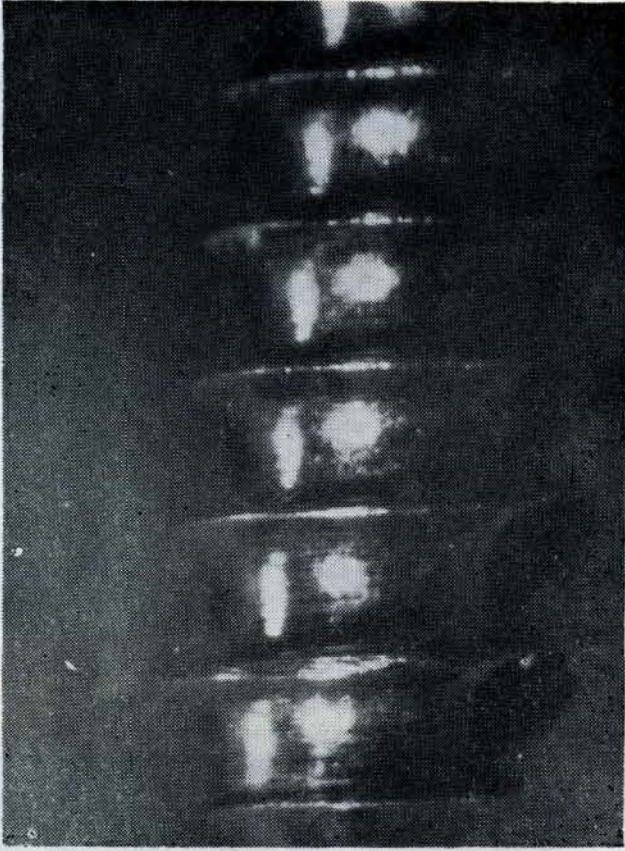
Bir kompresyon gücü (F) bir alan (A)'a yayılarak etkili oluyorsa, orada bir bası gerilimi gelişir (σ) : $\sigma = \frac{F}{A}$ kp/cm² olur. Bu bası gerilimi yaratan esneklik modülü daha büyük olan çelik olduğuna göre, plağın altında kalan kemik alanlarındaki esnekliğin devre dışı kalması, buna bağlı olarak da kemikteki fonksiyonların yitilmesi olayı ortaya çıkar; bu durumda güç akımı doğrudan plak üzerinden olacağından, mekanik zorlamalar esneklik-rijidite sınırlarında yoğunlaşacaktır, bunun sonucu olarak en proksimal ile en distaldeki vida başlarının bulunduğu bölgeler büyük bir yük altına girmiş olacaktır. Böyle bir durum bu bölgelerde bir sürtünme korozyonunun gelişmesine yol açacaktır. Nitekim



Resim 6: Oval vida deliđi çevresinde korozyon.



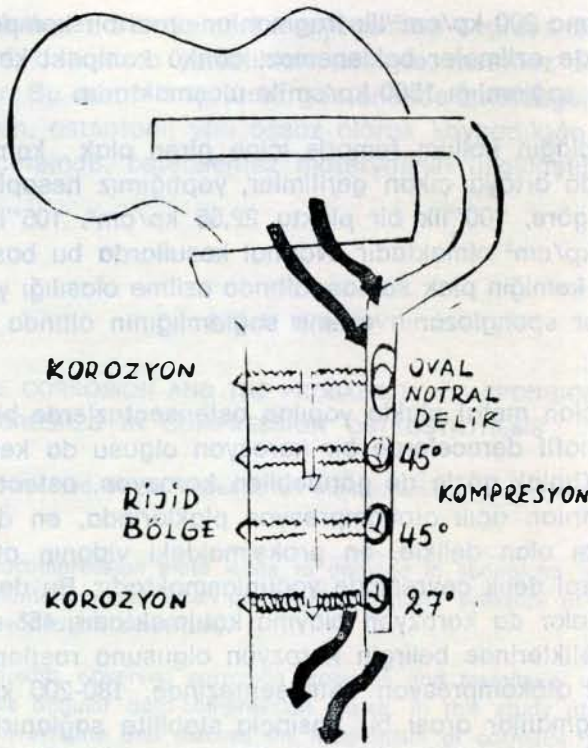
Resim 7: Kompresyon vida deliđi çevresinde korozyon (27° eğiml 1. delik.)



Resim 8: Vidada korozyon.

kalın plaklarda daha
Doğal olarak

yönünden esnek olan kemiği daha çok fonksiyon dışı kalmaya zorlayacaktır. Burada güç giriş çıkış yerlerinde yoğunlaşan bu sürtünme korozyonu da, yan yana, vidalarla bağlanmış olarak tutulan, iki ayrı yapının esneklik modüllerini ilgilendiren bir gelişme olmaktadır. Plaktaki 45°'lik eğilimli kompresyon vida delikleri, kemiğin plak altında kalan, bu nedenle de işlevinin % 80 oranında yitirilmesine yol açan rijid bölgesinin ortasına denk geldiklerinden, mekanik zorlamalardan uzak kalarak, doğrudan doğruya korozyon koşullarına girmemiş olurlar. Plakta en proksimal ile en distaldeki deliklerle bunlara yerleştirilmiş olan vidaların korozyonu, rijid bölge koşulları, nedeniyle 45°'lik eğilimli kompresyon deliklerinde belirgin olarak kendini göstermemektedir (Şekil 5).



Şekil 5: Güç akımı ile inaktivasyon bölgeleri.

En proksimalde yer alan oval biçimli nötral deliğin yan yüzleri ile buraya vida başının arasındaki uyumsuzluk (keskin kenar ile yuvarlak baş) ek olarak korozyon koşullarını ağırlaştırmaktadır. Düz yüzeylerin kesiştikleri keskin bir kenara yuvarlak vida başı yaslanmaktadır; böylece güç iletimi yönünden vida başının yüklenme alanı çok daralmış olmaktadır. Esnek olan kemiğin yüklenmelere bağlı olan yaylanmalarında, plak üzerinden geçen güçlerin yarattıkları zorlamalar sürtünmelere neden olarak yüzey aşınmalarının şiddetini artırırlar; böylece süre geçtikçe korozyon da gittikçe derinleşir.

SONUÇ :

Varizasyon osteotomilerinde açılı pla osteosentezlerinde, fragmanlar arası basıncın 180-200 kp/cm²'e ulaşmasına karşın, osteotomi yerindeki kemik uçlarında bir rezorbsiyon gelişmemektedir.

Ortalama 200 kp/cm²'lik fragmanlar arası bir kompresyonla kortikal kemikte ezilmeler beklenemez, çünkü kompakt kemiğin maksimal ezilme sağlamlığı 1500 kp/cm²'e ulaşmaktadır.

Açılı plağın kollum femoris içine giren plak kaması boyunca spongiozada ortaya çıkan gerilimler, yaptığımız hesaplamaların sonuçlarına göre, 100°'lik ise 23,11 kp/cm² olmaktadır. Normal koşullarda bu bası değerlerinde sünger kemiğin plak kaması altında ezilme olasılığı yoktur, çünkü bu değerler spongiozanın ezilme sağlamlığının altında kalırlar.

Rijid olan metal plakla yapılan osteosentezlerde bir metallozun yanı sıra hafif derecelerde bir korozyon mektedir. Çıplak gözle de görülebilen korozyon, osteotomiden 1 yıl sonra çıkarılan açılı otokompresyon plaklarında, en distaldeki 27° eğilim açısı olan delikle, en proksimaldeki vidanın oturduğu oval biçimli nötral delik çevresinde yoğunlaşmaktadır. Bu değinilen deliklerdeki vidalar da korozyon olayına katılmaktadır. 45° eğilimli kompresyon deliklerinde belirgin Uygulanan otokompresyon osteosentezinde, 180-200 kp/cm² değerindeki fragmanlar arası bir basınçla stabilite sağlanırken, kemiğin plak altında kalan bölgesinde % 80'e varan bir ölçüde fonksiyon yitirilmektedir. Burada güç akımı doğrudan plak üzerinden olduğundan plak altında kalan bölge spongiozlaşırken, güçlerin kemiğe giriş-çıkış yerlerinde sürtünmeler şiddetlenmektedir. Bu noktalar da en proksimal ile en distaldeki vida delikleridir.

En proksimaldeki oval biçimli nötral deliğin yan yüzleri ile buraya oturan vida başının arasındaki uyumsuzluk, ayrıca korozyon koşullarını ağırlaştırmaktadır. Düz yüzeylerin kesiştikleri keskin bir kenara yuvarlak olan vida başı yaslanmaktadır; böylece güç iletimi yönünden vida başının yüklenme alanı çok daralmış olmaktadır.

Otokompresyon plaklarının üretiminde, bu değindiğimiz noktaların göz önünde tutulmaları, zararların azaltılabilmesi açısından yararlı olabilir.

Burada kontrast olarak karşımıza çıkan, içinde çelişkiler yatan olgu, osteotomi yerinin oynamaması açısından, bu bölgenin ancak çok rijid olan fiksasyon materyeli ile stabil bir duruma getirilebilme zorunluluğudur. Bu bölge rijid bir duruma getirildiğinde, bu kez de bir işlevsizlik sonucu atrofiye uğramakta, kortikal kemik spongiozlaşmakta, güç akımı plak üzerinden olduğundan, korozyon odakları ge-

lişmekte, şiddetlenen sürdünme korozyonundan çevreye dökülen metal partikülleri, dokularda yarattıkları tepkiyle, metaloz olayına yol açmaktadırlar. Bu durumların tümü göz önünde tutulduğunda, zararlar büyümeden, osteotomi yeri ossöz olarak kaynadıktan sonra, en geç bir yıl içersinde, osteosentez materyalinin uzaklaştırılması gerekmektedir.

S U M M A R Y

SCREW-PLATE CORROSION AND THE PROBABILITY OF SPONGIOSA TO BE CRUSHED IN COMPRESSION OSTEOSYNTHESIS

The study presented below depends on biomechanical investigations and calculations.

Angular autocompression plate leads to damage in spongiosa in callum femoris and trachanteric mass when an interfragmentary pressure of 200 kp/cm² is created in a varisation osteotomy.

We have already observed corrosion damages and metallosis upon the removal of multiple angular auto-compression plates. In this study attempts have been made to investigate and discuss the mechanism of corrosion damages on the basis of biomechanical conditions.

In order for a progressive metallosis to be prevented, metal implantations should be removed in one year, after the alte of aosteotomy is united osseously.

ZUSAMMENFASSUNG

Die dargelegte Arbeit stützt sich auf biomechanische Untersuchungen und Berechnungen.

Die selbstspannende Winkelplatte ruft bei einer varisierenden Osteotomie, nach Erzeugung eines giosazerstörung im Bereich des Schenkelhalses und Trochantermassivs hervor.

Bei mehreren Winkelplattenentfernungen hatten wir im Laufe der Jahren Korrosionsschaeden und Metallose beobachtet. Bei dieser Arbeit wurde der Entstehungsmechanismus der Korrosionsschaeden auf Grund der biomechanischen Bedingungen untersucht und durchdiskutiert.

Zur Vorbeugung einer fortschreitenden Metallose sollen die Metallimplantaten, nach knöchernem Ausbau der Osteotomiestelle, in einem Jahr entfernt werden.

K A Y N A K L A R

- 1 — Aalam, M.: Realisierbarkeit des sog. Mc. Murray-Effektes bei der Versteu-
erungsosteotomie mit dem AO-Instrumentarium, Zeitschrift Orthopaedie,
115, 737-742, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1977.
- 2 — Allgöwer, M.: Primaäre Knochenheilung, Langenbecks Archiv Klin. Chirurgie,
Kongress-Band, 308, 423-434, 1964.
- 3 — Allgöwer, M., Kinzl, L., Maier, P., Perren, S.M., Ruedi, T.: Die Dynamische
Kompressionsplatte (DCP), Springer Verlag, Berlin, 1973.
- 4 — Anderson, L.D.: Compression Plate Fixation and the Effect Different Types
of Internal Fixation on Fracture Healing. J. Bone and Joint Surg. 47-A,
191-208, 1965.
- 5 — Berton, A.R., Galinaro, P., Baltersprenger, A., Perren, S.M.: Primary Bone
Healing, J. Bone and Joint Surgery, 53-A, Nr. 4, 783-788, 1971.
- 6 — Biehl, G.: Historische Entwicklung der Plattenosteosynthese,
Technik, 94, Heft 2, 43-46, Genter Verlag - Stuttgart, 1974.
- 7 — Coutts, R.D., Harris, W.H., Weinberg, E.H.: Compression Plating: Experi-
mental Study of the Effect on Bone Formation Rates, Acta Orthop. Scandi-
navica, 44, 256-262, 1973.
- 8 — Diehl, K., Mittelmeier, H., Hanser, U.: Verspannungskräfte und Knochen-
druck bei der Plattenosteosynthese unter statischen und dynamischen Be-
dingungen, Med. Orthop. Technik, 94, Heft 2, 51-58, Genter Verlag Stuttgart,
1974.
- 9 — Diehl, K., Mittelmeier, H.: Biomechanische Untersuchungen zur Erklärung
der Spongiosierung bei der Plattenosteosynthese, Zeitschrift Orthopaedie,
112, 235-243, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart, 1974.
- 10 — Diehl, K.: Verhinderung der Spongiosierung bei der Plattenosteosynthese
durch eine Trennscheibe an Silikon-Kautschuk, Archiv Orthop. Unfall-Chi-
rurgie, 78, 82-88, J.F. Bergmann, München, 1974.
- 11 — Diehl, K., Harms, J., Hart, W., Mittelmeier, H.: Biomechanische Untersuchen-
gen zu Osteosynthesen im metaphysären Bereich von Tibia und Femur mit
selbstspannenden Winkelplatten, Archiv Orthop. Unfall-Chirurgie, 83, 29-35,
J. F. Bergmann, München, 1975.
- 12 — Eichler, J.: Inaktivationsosteoporose: Klinische und Experimentelle Studie
zum Knochenumbau durch Inaktivität,
Thieme Verlag Stuttgart, 1970.
- 13 — Eitenmüller, J., Eisen, E., Reichmann, W.: Temperaturbedingte Verände-
rungen und Reaktionen
Durchführung von Osteosynthesen, Leit-Mitteilungen,
Technik, Band VII. Nr. IV, 104-110, Wetzlar, 1978.

- 14 — Erol, S.K.: Kalça Eklemi nin Preartrotik Deformasyonlarında Kendinden Kompresyonlu Plaklarla Yapılan Varizasyon Osteotomisi Sonuçları. V. Millî Türk Ortopedi - Travmatoloji Konağı, Ankara, 1978.
- 15 — Erol, S.K.: Dialfizer Osteosentezlerde Otokompresyon Plaklarının Yeri, VI. Millî Türk Ortopedi-Travmatoloji Kongre Kitabı, 227-236, Emel Matbaacılık Sanayi Ltd. Şti. İ, Ankara, 1980.
- 16 — Geordes, W., Kossyk, W., Hollaender, H.: Histologische und histomorphometrische Veränderungen bei Plattenosteosynthesen nach Osteotomien an der Tibia der Kaninchens, Archiv Orthop. Unfall-Chirurgie, 82, 123-133 J.F. Bergmann, München, 1975.
- 17 — Groh, P., Blehl, G., Harms, J.: Ergebnisse der Osteosynthesen bei kindlicher intertrochanterer Femurosteotomien mit selbstspannenden Winkelplatten, Medizinisch Orthop. - Technik, 4, 94 Jahrgang, 109-111, Genter Verlag Stuttgart, 1974.
- 18 — Hanser, U.: Korrosionsprüfungen an metallischen Implantaten, Medizinisch Orthop. - Technik, 96, Heft 4, 90-91, Genter Verlag Stuttgart, 1976.
- 19 — Hemminger, W., Hofmann, S., Holz, U.: Oberflächenuntersuchungen an explantierten Knochenplatten, Unfallheilkunde, Traumatology, 79, 423-428, Springer Verlag Berlin, 1976.
- 20 — Hess, H.: Die Spannungskräfte der Druckplattenosteosynthese, Bücherei der Orthopaeden, Band; 9, 1-41, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart, 1972.
- 21 — Hess, H., Sonntag, K.: Praktische Anwendung selbstspannender Platten bei Frakturen, Osteotomien, Pseudoarthrosen und Arthrodesen, Medizinisch Orthop. - Technik, 94, Heft 4, 100-104, Genter Verlag Stuttgart, 1974.
- 22 — Mittelmeier, H.: Kompressionsosteosynthese, Hefte zur Unfallheilkunde, Heft 117, 1-16, Springer Verlag Berlin, 1974.
- 23 — Mittelmeier, H.: Prinzipien der Osteosynthese mit selbstspannenden Platten, Medizinisch Orthop. - Technik, 94, Heft 4, 90-99, Genter Verlag Stuttgart, 1974.
- 24 — Moyon, B.J. - L., Lahey, P.J., Weinberg, E.H., Harris, W.H.: Effects on intact Femora of Dogs of the Application and Removal of Metal Plates, J. Bone Joint Surgery, 60-A,
- 25 — Mueller, M.E.: Die Hüftnahen Femurosteotomien unter Berücksichtigung der Form, Funktion und Beanspruchung des Hüftgelenkes, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1971.
- 26 — Mueller, M.E., Perren, S.M.: Callus und primäre Knochenheilung, Monatsschrift Unfallheilkunde, 75, 442-454, Springer Verlag Berlin, 1972.
- 27 — Olerud, S., Danckwardt-Lillestrom, G.: Fracture healing in compression Osteosynthesis in the dog, J. Bone and Joint Surgery, 50-B, 844-851, 1968.

- 28 — Rahn, B.A., Gallinaro, P., Baltensperger, A., Perren, S.M.: Primary Bone Healing, *J. Bone and Joint Surgery*, 53-A, Nr. 4, 783-786, 1971.
- 29 — Refior, H.J.: Mikrostrukturelle Veränderungen der Menschlichen Kortikalis nach Druckplattenosteosynthese, *Hefte Unfallheilkunde*, 126, 431-434, Springer Verlag Berlin, 1975.
- 30 — Richard, D.C., William, H.H., Weinberg, E.H.: Compression Plating: Experimental Study of the effect on bone formation rates, *Acta Orthop. Scandinavica*, 44, 256-262, 1973.
- 31 — Ritter, G., Grünert, A.: Experimentelle Untersuchungen zu den mechanischen Eigenschaften des Knochens im Hinblick auf die Druckosteosynthesen, *Archiv für Orthop. Unfall-Chirurgie*, 75, 302-316, J.F.Bergman München, 1973.
- 32 — Tonino, A.J., Davidson, C.L., Klopper, P.J., Linclau, L.A.: Protection from Stress in Bone and its Effects Experiments with Stainless Steel and Plastic Plates in
- 33 — Uehlinger, E., Puls, P.: Funktionelle Anpassung des Knochens auf physiologische und unphysiologische Beanspruchung. Die Frakturheilung und Verschraubung in morphologischer Sicht, *Langenbecks Archiv Klinische Chirurgie*, 319, 362-374, 1970.
- 34 — Willenegger, H., Perren, S.M., Schenk, R.: Primäre und sekundäre Knochenbruchheilung, *Chirurg*, 42, Band, Heft 6, 241-252, Springer Verlag Berlin, 1971.
- 35 — Zenker, H., Bruns, H., Hepp, W., Nerlich, M.: Erste Langzeltergebnisse mit einer elastischen Osteosyntheseplatte im Tierexperiment; Osteosynthese, Endoprothetik und Biomechanik der Gelenke, 31-49, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1980.