

Periferik Sinir Kesilerinde Sütür Yöntemlerinin Deneysel Karşılaştırılması

Dr. Kaya AKSOY (*)
Dr. Teoman CORDAN (**)
Dr. Erhan OĞUL (***)
Dr. Sadık SADIKOĞLU (****)
Dr. Mesut HEPER (*****)

ÖZET

Bu araştırmada periferik sinir kesilerinde epinöral, perinöral ve interfassiküler sütür yöntemleri deneysel olarak karşılaştırılmıştır. Bu amaçla 42 Swiss albino cinsi sıçanda kesi sonrası hemen ve 21 günlük beklemenin ardından sütür yöntemleri uygulanmıştır.

SUMMARY

EXPERIMENTAL COMPARISON OF THE SUTURE TECHNIQS IN PERIPHERAL NERVE TRANSECTIONS

In this study the epineural, perineural and interfascicular anastomoses suture technics used in the peripheral nerve transections were experimentally compared. For this purposes, in 42 Swiss albino rats, the suture repair technics were applied immediately and 21 days after transection.

1870 yıllarında Philippeaux ve Vulpianla sinir sütürlerinde çalışmalar başlamış, Albert ile 1878 de ilk klinik uygulamaya geçilmiştir. 1923 de Holmgren tarafından geliştirilen binokuler mikroskop 1963 de sinir cerrahisinde kullanılmaya başlanmıştır¹. 1964 de plastik cerrah James W. Smith 28 periferik sinir yaralanmasındaki operasyon yönteminde bahsedilen ilk yazar olmuştur². 1964 de beyin cerrahı olarak Kurze ilk defa 49 Nöroşirürjikal operasyonda mikroteknik uygulamıştır³.

Tarihi gelişimde sütür yöntemleri içinde en fazla denenen epinöral sütür olmuştur⁴. Bu teknikte histolojik olarak fassiküllerin düzensiz ve yetersiz karşılaştığı ispatlanmıştır^{5,6}. Operasyon mikros-

(*)	Bursa Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji Kürsüsü Uzmanı
(**)	" " " " " Kürsü Başkanı
(***)	" " " " " Nöroloji Kürsüsü Kürsü Başkanı
(****)	" " " " " Nöroloji Kürsüsü Öğretim Üyesi
(*****)	" " " " " Nöroşirürji Kürsüsü Asistanı

kobu ve perinöral sütür yöntemleri ile bu aksaklık ortadan kalkmıştır^{7.8-10}. Sütür materyelinin çapının ve kalitesinin geliştirilmiş yöntemlere başarı sağlamada yararları büyük olmuştur.

Sütür yöntemlerinin gelişim sürecinde yapıştırma yöntemleri, anastomozun sarılması, kısaltma osteotomisi traksiyon sü-türü, mobilizasyon ve transpozisyon gibi işlemler zaman zaman aktualite kazanmışlardır^{3.4.9.10.11}.

Sinir anastomozunu takiben gerginlik problemi rejenerasyon üzerine en tesirli faktördür. Highet ve Holmes 2,5 cm'den büyük defektlerde gerginlik dolayısıyla uc-uca anastomozun kötü neticeler verdiğini bulmuşlardır¹². Bu nedenle greft uygulaması en doğru yol olarak benimsenmiştir. Bu yöntemle Seddon Berger, Ganlberger, Samii Millesi başarılı sonuçlar bildirmişlerdir^{3.8.9.10.13}. Bu araştırma ile sütür yöntemleri arasındaki karşılaştırma sonuçlarını bildirmekteyiz.

GEREÇ ve YÖNTEM

Deneyssel araştırmalarda 240-410 gram arasındaki 42 Swiss albino cinsi erkek sıçan kullanıldı.

Deneyssel araştırmalarda sıçanlar üç guruba ayrıldı.

A Gurubu: Bu gurupta siyatik sinir kesisi ardından hemen anastomoz yapıldı. Bu guruptaki 21 sıçan üç guruba ayrılarak her bir gurupta aynı sütür tekniği kullanıldı.

a) Kesi ardından epinöral anastomoz (7 sıçan)

b) Kesi ardından interfassiküler anastomoz (7 sıçan)

c) Kesi ardından greft konularak interfassiküler anastomoz (7 sıçan) yapıldı.

B Gurubu: Bu gurupta bulunan 13 sıçan siyatik sinir kesisi ardından bekleme-ye bırakıldı.

C Gurubu: Bu gurupta bulunan 8 sıçanda siyatik sinir kesilip, 21 günlük bekleme sürecinden sonra interfassiküler greftle anastomoz yapıldı.

Sıçanlar 30 mg/kg başına nembotal verilip uyutulduktan sonra ameliyata alındılar. Cerrahi girişimler mikroşirürji seti, bipolar koagulatör ve Olympus marka operasyon mikroskobu ile 16 veya 20 büyütme altında yapıldı. Sütür materyeli olarak Ethicon 10/0 monofilament polyamide kullanıldı. Anatomisine uygun siyatik sinir bulunup sütür yöntemleri uygulandı. Greft konulacağı zaman karşı taraf siyatik sinir kullanıldı.

A ve B gurubunda postoperatif dönemde EMG ile kontrol yapıldı. C gurubunda da kesi öncesi, kesi sonrası ve sütür sonrası EMG değerleri incelendi. Elektromyografik (EMG) tetkiklerde Dissa marka Multichannel EMG cihazı kullanıldı. Sinir stimülasyonu için iğne stimülatörler, kayıt içinde konsantrik iğne elektrotlar kullanıldı. Sinirleri stimüle etmek için cihazın stimülatör ünitesinden üretilen izole retransdüler, süresi 100 mikrosaniye ve şiddeti 10 volt olan stimulus uygulandı. Gastroknemius kasına ait M-cevabının çıkıp çıkmadığı araştırıldı. M-cevabı varsa bunun iletim zamanı msn, amplitüdü de MV cinsinden ölçülüp kaydedildi. Bunların minimal ve maksimal değerleri alındı, ortalama değerleri hesaplandı. Normal sıçan gurubundaki değerler arasında olup olmadığına bakılarak değerlendirme yapıldı.

Bütün guruplarda operasyon ve EMG kontrollerinden sonra suture edilen veya kendiliğinden birleşme gösteren sinirler histopatolojik incelemeye alındı. Sinir materyelinden yapılan kesitler hemotoksilen Eosin (HE) ile boyanarak preparatlar hazırlandı. Bu preparatlar kesinin distal ve proksimal ucunu içermemekte idi. Histopatolojik incelemede; schwann

hücre proliferasyonu, bağ dokusu artımı, aksonal devamlılık, nöroma oluşumu yönünden değerlendirme yapıldı.

BULGULAR

Deneyisel araştırmada A gurubunda epinöral, fassiküler ve interfassiküler greftle anastomoz teknikleri incelendi. Sütür sonrası EMG değerleri ile normal kabul edilen sıçan EMG değerleri (Tablo: I) arasında M-cevabı süre ve amplitüdünün minimum, maksimum değerleri arasında rejenerasyon lehine bulgular elde edildi. Sadece A₆ sıçanında ineksitabl olarak sonuç alındı. A gurubundaki (Tablo: II) sıçanlarda histopatolojik incelemede bütün sıçanlarda schwann hücre proliferasyonunda artma gözlemlendi. A₃, A₁₃, A₁₆ dışındaki diğer sıçanlarda bağ dokusunda hafif artma görüldü.

A₅, A₆, A₉, A₁₅ haricinde tam veya kısmi olarak aksonal devamlılık mevcuttu. A₇ tam değerlendirilemedi.

A₅, A₉, A₁₅ in histopatolojik incelemesinde siyatik sinirin parafin tesbitinde eğri duruşu, inceliği nedeniyle boylamasına kesi sırasında hataya bağlı aksonal devamın görülemediği sahada proksimal ve distal uç olarak görülen sinir kesitinde nöroma veya dejenerasyona ait de bir bulgu yoktu.

A₂, A₁₀, A₁₃, A₁₄, A₁₇, A₁₈ de kısmi nöroma oluşumuna rağmen aksonal devamlılık mevcuttu. A₆ da tam nöroma teğekkülü neticesi aksonal devamın olmadığı gözlemlendi (Tablo: V).

B gurubunda kesi sonrası bekleme döneminde spontan birleşme olduğu EMG'deki rejenerasyon bulguları ile saptandı (Tablo: III). Kesi keskin aletle yapılmış ve uçlar birbirinden ayrılıp başka yerlere konulmamıştı. Arada muhtemel 3-4 mm'lik defekt oluşmuştu. B gurubunda kesi sonrası EMG değerleri normal sıçanlardaki EMG değerleri arasında kalarak

rejenerasyon olduğunu kanıtlıyordu. Histopatolojik incelemede; bütün sıçanlarda Schwann hücre proliferasyonunda artma görüldü. B₀, B₉ haricindeki sıçanlarda bağ dokusunda hafif artma olduğu gözlemlendi (Tablo: V). Aksonal devamlılık hepsinde mevcuttu. B₀ sıçanında kısmi nöroma teğekkülü vardı. Bu gurupta spontan iyileşmenin olması C gurubunda kesi için daha kalın, künt kesici kullanmaya ve uçları kas arasına sokmaya yönelim doğurdu. C gurubunda sıçanlar travmatik kesi sonrası 21 gün bekletilip hepsine EMG yapılıp interfassiküler greftle anastomoz yapılmıştı. Postoperatif EMG değerlerinde normal değerlerle karşılaştırıldığında rejenerasyon olduğu gözlemlendi (Tablo: IV). Histopatolojik incelemede hepsinde Schwann proliferasyonunda ve bağ dokusunda artma görüldü. C₂, C₃, C₈ de kısmi nöroma teğekkülü mevcuttu. Bunlarda da aksonal devamlılık kısmen de olsa vardı.

Ayrı bir grup halinde incelenmemesine rağmen greft koyma esnasında plazma ile, greft ve sinir ucu arasında yapışmanın sağlandığı gözlemlendi.

TARTIŞMA

Epinöral sütür yöntemlerinin uygulandığı olgularda sütür çizgisinde gerilimin artması, skar dokusu artımı ile basının oluşması, fassiküllerin tam karşılıklı gelmemesi sorunları olmuştur⁹. Samii'nin bir seri hayvan deneyinde nörotizasyon değerleri saptanarak gerilim ve fassiküler orientasyon sorunları incelenmiştir¹³. Greft konulan olgularda nörotizasyon değerinin yüksek olduğu bildirilmektedir.

A gurubunda kesi sonrası hemen uygulanan sütür yöntemlerinde a gurubunda epinöral sütür konulan sıçanlarda fassiküler karşılaşma iyi olarak bulundu. Histopatolojik incelemelerde ve EMG sonuçlarında sinirlerde ileti olduğu saptandı. Literatürle karşılaştırmada fassiküler orien-

tasyonda aksaklık, skar dokusunda farklı bir artış görülmedi. Bu bulgular sıçan siyatik sinirinin sayıca az fassiküler yapı-sındaki karşılaşmanın düzgün ve dikkatli-ce birleştirmede daha kolay oluşuna bağlı olabilir. Fassiküler yapının arttığı sinir uçlarında bu karşılaşmanın epinöral sütür-le sorunlu olacağı açıktır^{3.13}.

b gurubundaki deneylerde epinöro-lizden sonra yapılan perinöral sütürde mümkün olduğu kadar az sütür kullanıla-rak fassiküller arası disseksiyon yapılmak-sızın sütür konulmuştur. EMG ve histopa-tolojik incelemelerde rejenerasyon olduğu görüldü. Epinöral sütürle karşılaştırmada bariz bir fark görülmedi.

c gurubunda da sonuçlarda diğer bul-gulara nazaran bariz bir fark saptanmadı. Guruplardaki birbirine yakın bulguların alınması EMG sonuçlarının komputerize edilememesi ve histopatolojik incelemeler-de sütür çizgisinin distal ve proksimalinde-ki myelinize fibril sayısının bilinmeyişi nedeniyledir.

Sıçan No.	İletim zamanı	M Cevabı	
		Süresi (msn)	Amplitüdü (MV)
1	0.8	8.8	10
2	1.2	7.9	5
3	1	7.2	12
4	1	9.7	10
5	1.1	9.4	11
6	0.8	7.4	10
7	1	9	10
8	0.6	6.5	11
Minimum	0.6	6.5	5
Ortalama	0.9	8.2	9.8
Maksimum	1.2	10.2	12

TABLO: 1— Normal kabul edilen sıçan-larda EMG değerleri.

Sıçan No.	İletim zamanı	M Cevabı	
		Süresi (msn)	Amplitüdü (MV)
A ₀	0.8	9.5	5
A ₁	1.9	4.4	2
A ₂	1.3	5.3	9
A ₃	1.2	5.9	5
A ₄	2.2	7.9	0.1
A ₅	2.2	7.8	0.2
A ₆	—	—	(İneksitabl)
A ₇	1	4.6	10
A ₈	1	7	5
A ₉	1.7	4.9	1
A ₁₀	1.6	4.7	2.2
A ₁₁	5.7	8.3	2
A ₁₂	1.8	11.2	2
A ₁₃	1	8.5	0.4
A ₁₄	1.2	5.8	1
A ₁₅	1.5	5	6
A ₁₆	1.2	11.6	5
A ₁₇	2.5	13.5	0.2
A ₁₈	1	6.8	7
A ₁₉	2	9.5	4
A ₂₀	1.8	11.9	0.2
Minimum	0.8	4.4	0.1
Ortalama	1.7	7.7	3.3
Maksimum	5.7	11.9	10

a) A₀₋₆ Fassiküler sütür konulan,

b) A₇₋₁₃ Epinöral sütür konulan,

c) A₁₄₋₂₀ İnterfassiküler greftle anastomoz yapılanlar.

TABLO: 2— A GRUBUNDAKİ EMG DEĞERLERİ

Sıçan No.	M Cevabı		
	İletim zamanı	Süresi (msn)	Amplitüdü (MV)
B ₀	1.4	1.4	1.5
B ₁	1.5	5.5	20
B ₂	1.8	5.7	2
B ₃	0.3	7.1	10
B ₄	1.5	4.5	2.5
B ₅	2.2	4.5	2
B ₆	0.4	8.4	5
B ₇	0.9	12.1	1
B ₈	1.5	8	10
B ₉	1	7.5	10
B ₁₀	1.2	8.2	5
B ₁₁	1.1	8.7	10
B ₁₂	1.8	6.3	2
Minimum	0.4	1.4	1
Ortalama	1.25	6.76	6.23
Maksimum	1.8	12.1	20

TABLO: 3— B GRUBUNDA EMG DEĞERLERİ.

A gurubundaki greft yerleştirmesi esnasında, literatürde incelenen yapıştırma yöntemleri de plazma ile denendi. Plazma ile sinir uçları arasında yapışmanın gerilmeye daha dirençli olduğu gözlemlendi. Sütür koyma gereksinimi nedeniyle sonuçlar değerlendirilemedi. Literatürde bu konuda bir çok değişik madde ile farklı sonuçlar bildirilmektedir⁹⁻¹⁵.

B gurubunda keskin aletle kesi yapılışı uçlar arasındaki mesafenin 3-4 mm oluşu nedeniyle spontan rejenerasyon görüldü. Literatürde de laserasyon göstermeyen düzgün kesilerde kesik uçların ge-

Sıçan No.	M Cevabı		
	İletim zamanı	Süresi (msn)	Amplitüdü (MV)
C ₁	1.2	14.9	10
C ₂	1	10.1	3
C ₃	1	10	10
C ₄	1	7.8	6
C ₅	0.8	14.7	4
C ₆	0.9	5.1	5
C ₇	1	9.5	20
C ₈	1	2.8	0.5
Minimum	0.8	2.8	0.5
Ortalama	0.9	9.4	7.3
Maksimum	1.2	14.9	20

TABLO: 4— C GRUBUNDA EMG DEĞERLERİ

rilimsiz karşı karşıya getirilmesi ile sorun halledilebileceğinden bu tip travmatik kesilerde primer sütür denenmelidir^{16,17}. Bu basit karşı karşıya getirilme ile istenilen rejenerasyon çoğu zaman elde edilmektedir.

Sinirin serbest uzunluğunun % 3 ünü aşan defekt oluşmuş kesilerde greft endikasyonu vardır¹⁰. Deneylede kesi sonrası 21 günlük bekleme sürecinden sonra uçlar arasında sinirin boyunun 1/3 ü kadar defekt oluşmuş olgularda otolog greftle interfassiküler anastomoz yapıldığında sonuçlarda greftin uzunluğuna ve kalınlığına rağmen beslenmesinin iyi olduğu, EMG ve histopatolojik sonuçlarda rejenerasyon ve hepsinde aksonal devamın olması ile kanıtlandı. Literatürde greft uzunluğu olarak 6-14 cm arasında ve çap olarakta 2-5 mm arasında değerler maksimal ve minimal hudutlar olarak verilmektedir⁴.

SIÇAN NO.	SCHWANN HÜCRE PROLİFERASYONU	BAĞ DOKUSU ARTIMI	AKSONAL DEVAM	NÖROMA OLUŞUMU
(A _a)				
A ₀	+	+	+ -	-
A ₁	+	+	+ -	-
A ₂	+	+	+ -	+ -
A ₃	+	-	+	-
A ₄	+	+	+ -	-
A ₅	+	+	-	-
A ₆	++	+	-	+
(A _b)				
A ₇		Tam bilgi vermiyor.		
A ₈	+	+	+	-
A ₉	+	+	-	-
A ₁₀	+	+	+	+ -
A ₁₁	+	+	+ -	-
A ₁₂	+	-	+	-
A ₁₃	+	-	+	+ -
(A _c)				
A ₁₄	+	+	+ -	+ -
A ₁₅	+	+	-	-
A ₁₆	+	-	+	-
A ₁₇	+	+	+ -	+ -
A ₁₈	+	+	+ -	+ -
A ₁₉	+	+	+ -	-
A ₂₀	+	+	+	-

(A_a) : Fassiküler,

(A_b) : Epinöral,

(A_c) : Greftle interfassiküler nörorafi yapılanlar (Primer sütür).

TABLO: 5— NÖROPATOLOJİ SONUÇLARI

TABLO: 5'in Devamı

SIÇAN NO.	SCHWANN HÜCRE PROLİFERASYONU	BAĞ DOKUSU ARTIMI	AKSONAL DEVAM	NÖROMA OLUŞUMU
B ₀	+	-	+	+ -
B ₁	+	+ -	+	-
B ₂	+ -	+	+ -	-
B ₃	+	+ -	+ -	-
B ₄	+	+	+	-
B ₅	+	+	+	-
B ₆	+	+ -	+	-
B ₇	+	+	+	-
B ₈	+ -	+	+ -	-
B ₉	+	-	+	-
B ₁₀	+	+ -	+	-
B ₁₁	+	+	+ -	-
B ₁₂	+	+ -	+ -	-
C ₁	+	+	+ -	-
C ₂	+	+	+	+ -
C ₃	+	+ -	+	+ -
C ₄	+	+ -	+	-
C ₅	+	+ -	+	-
C ₆	+ -	+ -	+	-
C ₇	+	+	+	-
C ₈	+	+	+	+ -

B grubu: Spontan rejenerasyon gösterenler,

C grubu: Greftle interfassiküler nörorafi yapılanlar (Sekonder sütür).

Literatürde mikroteknik ve operasyon mikroskobu ile çalışmada operasyonun başarısının artırılabilceği belirtilmektedir^{1.9.4}. Deneysel araştırmamızda mikroteknik ve operasyon mikroskobu ile çalışma sonucunda nörotizasyonda başarı sağlandı.

Bratton, Hudson ve arkadaşları bir seri Rhesus maymunlarında yaptıkları klinik ve histolojik araştırmalarda sütür yöntemleri arasında sonuç yönünden farklılık olmadığını göstermişlerdir. Yalnız defektli vakalarda kısa greft kullanmanın yararına değinmişlerdir¹⁴. Bu bulgular bizim çalışmalarımıza uymaktadır.

SONUÇ

Sinir sütür yöntemlerinin, fassiküler oriyantasyona, skar dokusu artımına ve gerilime bağlı aksonal devamın oluşmasına ait sorunlardaki çözüm değerleri karşılaştırıldı. Bu nedenle yapılan deneysel araştırmalarda 42 Swiss Albino cinsi sıçanda üç gurup halinde sütür yöntemleri uygulandı.

Bütün sütür yöntemlerinde mikroteknik ve operasyon mikroskopunun kullanılması prognozda rejenerasyon lehine bulguların oluşturulmasında en önemli faktör olarak bulunmuştur.

Mikroteknik ve operasyon mikroskopu altında primer olarak uygulanan operasyonlarda epinöral sütür yöntemi ile başarı, perinöral sütür ve greftle interfassiküler sütür yöntemlerinde farklılık göstermemektedir. Perinöral sütürde zorlukla karşılaşılmadan fassiküler oriyantasyon sağlanabilmiştir. Primer olarak uygulanan perinöral sütür yöntemi sonuçlarındaki rejenerasyon bulguları, kesi sonrası hemen sütür konulan diğer olgulardaki sonuçlarla benzer bulunmuştur.

Kesi sonrası primer sütür yöntemi uygulanan olgularda düz yüzey elde etme ve normal fassiküler yapı görülene değin yapılan rezeksiyonlara bağlı gerilimin prognozadaki etkisinin incelenmesinde, greft konularak yapılan deneylerin hepsinde de rejenerasyon olduğu gözlenmiştir.

Kesi ardından 21 gün beklenen olgularda, bekleme sürecinden sonrası eksplozyonlarda normal fassiküler yapı görülene değin distal ve proksimal uçta rezeksiyon yapıldığında, sinir uçları arasında mutlak bir defekt oluşmaktadır. Bu defektin kapatılma olanağı gerginlik dolayısı ile yapılamamaktadır. Greft konularak yapılan interfassiküler anastomozlarda sonuçlar rejenerasyon bulguları

göstermiştir. Büyük defekt görülen olgularda bu nedenle greft kullanıma endikasyonu vardır.

Travmatik sinir uçlarının düzleştirilmesi gayesi ile yapılan kesilerde ince keskin alet gerekmektedir. Bu amaçla kullanılan traş bıçağının bile düz yüzey sağlamada tam bir çözüm getirmediği görülmüştür.

Tümüyle deneysel araştırmalar incelendiğinde; kesi sonrası hemen yapılan anastomozlarda incelenen sütür yöntemleri ile bekleme sürecinden sonra defekt oluşması neticesi, greft konarak yapılan interfassiküler sütür yöntemlerinde farklılık bulunmamıştır. EMG ve histopatolojik incelemelerle farklılık gösterilemeyişi, deney hayvanının sinir yapısı kullanılan greftin şekli, her olguda mikroteknik ve operasyon mikroskopu kullanılması gibi faktörlerin yanında esas olarak, elektromyografik değerlerin komputere edilemeyişi ve histopatolojik incelemede proksimal ve distal myelinize fibrillerin sayılamayışına bağlı görülmüştür.

Sinir uçlarının greft yerleştirme esnasında plazma ile yapıştırılmasının denemesinde gerilime dahi direnç gösterecek stabilite oluşturduğu gözlenmiştir. Bu nedenle laserasyon göstermeyen kesilerde bir sütürle olsa dahi sinir uçlarının karşılıklı getirilmesi kanımızca büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

1. JACOBSON, J.H.: Microsurgical technique in the repair of the traumatized extremity. *Clinical Orthopaedics* 29: 132-145, 1963.
2. SMITH, J.W.: Microsurgery of peripheral nerves. *Plast. Reconstr. Surg.* 33: 317-329, 1964.
3. SAMII, M.: Modern Aspect of peripheral and cranial nerve surgery. Ad-

- vances and Technical standards in Neurosurgery. Editör Krayenbühl. Vol. 2, Springer Verlag, Wien, 1975, p. 33-85.
4. SEDDON, H.J.: Surgical disorders of the peripheral nerves. Churchill Livingstone, Edinburgh and London, 1972.
 5. ÖZDAMAR, N., GÜRES, M. ve BAKUY, M.: Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi dergisi. 4: 783-789, 1978.
 6. SUNDERLAND, S.: Anatomical features of nerve trunks in relation to nerve repair. Clinical Neurosurgery. 17: 38-62, 1970.
 7. SORA, W.: Peripheral nerve repair in cats. J. Bone Jt. Surg. 49-A, 4: 659-666, 1967.
 8. MUYAN, Y., CORDAN, T.: Periferik sinir hasarlarında otolog fassiküller arası dikiş tekniği. Ankara Numune Hastanesi Bülteni. 4: 797-801, 1976.
 9. MILLESI, H., GANGLBERGER, J., und BERGER, A.: Erfahrungen mit der Mikrochirurgie peripherer Nerven Chir. Plast. Reconstr. 3: 47-55, 1967.
 10. MILLESI, H., MEISSL, G., and BERGER, A.: Further Experience with Interfascicular grafting of the median, ulnar and radial nerves 2: 209 - 218, 1976.
 11. SUNDERLAND, S.: Anatomical features of nerve trunks in relation to nerve repair. Clinical Neurosurgery. 17: 38-62, 1970.
 12. LUNDBORG, G., and RYDEVIC, B.: Effects of stretching the tibial nerve of the rabbit. A preliminary study of the intraneural. Circulation and the barrier function of the perineurium. J. Bone Jt. Surg. 55: 390-401, 1973.
 13. SAMII, M., and WILLEBRAND, H.: The technique of and indications for autologous interfascicular nerve transplantation. Excerpta Medica, International Congress series 217: 39, 1970.
 14. BRATTON, R.B., KLINE, G.D., COLEMAN, W., HUDSON, R.A.: Experimental interfascicular nerve grafting. J. Neurosurg. 51: 323-333, 1979.
 15. PERL, J.I., and WAGNER, R.J.: Intrathoracic phrenic Nerve repair. J. d. Intern. Coll. Surg. 44: 171-178, 1965.
 16. MYFIELD, H.F., TRUE, W.C.: Chronic Injuries of Peripheral Nerves by Entrapment in Neurological Surgery Editor: Youmans R.S., PhD. Vol.2, 1973, p. 1141-1161.
 17. NULSEN, E.F., KLINE, G.D.: Acute Injuries of Peripheral Nerves in Neurological Surgery, Editor: Youmans R.S., PhD Vol. 2, 1976, p. 1089-1141.