

Nr. 15 2001



Flexorsenelæsioner på hånden og underarmen

Dansk Selskab for Håndkirurgi

Nr. 15 2001

Flexorsenelæsioner på hånden og underarmen

Dansk Selskab for Håndkirurgi

Arbejdsgruppen bestod af:
Bent Lange
Per Hølmer

© Den Almindelige Danske Lægeforening

ISSN: 1398-1560

Løssalg af Klaringsrapporter

kr. 40,00 + porto

Lægeforeningens forlag

Esplanaden 8A

1263 København K

Telefon 35 44 83 01

E-post forlaget@dadl.dk

Produktion

Lægeforeningens forlag, København

Tryk

Scanprint a/s, Viby J.

INDHOLDSFORTEGNELSE

1.0 INDLEDNING	3	7.3 Øvrige komplikationer	15
1.1 Forord	3	8.0 KONKURRERENDE LÆSIONER	15
1.2 Historie	3	9.0 REKONSTRUKTION	15
2.0 EPIDEMIOLOGI	4	9.1 Fri senetransplantation	15
3.0 ANATOMI/HELING	4	9.2 2-stadie rekonstruktion (Hunter)	16
3.1 Anatomi/fysiologi	4	9.3 Pulley-rekonstruktion	16
3.2 Zoneinddeling	4	9.4 Alternative rekonstruktioner	16
3.3 Heling af flexorsenelæsioner	5	10.0 VURDERING AF RESULTATER	16
<i>Intrinsic/extrinsic heling</i>	5	11.0 LITTERATUR	17
<i>Helingsfaserne</i>	5	APPENDIKS	
<i>Diastase mellem seneenderne</i>	5	Liste over anvendte forkortelser	
<i>Mekanisk påvirkning</i>	5	1.0 INDLEDNING	
<i>Vækstfaktorer</i>	5	1.1 Forord	
<i>Adhærencer</i>	5	Bestyrelsen i Dansk Selskab for Håndkirurgi har taget initiativet til udarbejdelsen af denne klaringsrapport. Arbejdsgruppen har bestået af <i>Bent Lange</i> , Aalborg, og <i>Per Hølmer</i> , København. Repræsentanter fra de håndkirurgiske sektorer har derefter deltaget i revisionen.	
<i>Ultralyd/elektricitet/magnetfelter</i>	6	Behandlingen af bøjesenelæsioner i hånden har gennemgået en betydelig udvikling i de senere år. Tidligere tiders »no man's land« er blevet til »some man's land«. De rapporterede resultater har vist at en primær kvalificeret behandling i de fleste tilfælde fører til en god fingerfunktion ved læsioner uden laceration. Et godt resultat opnås kun af et vel-fungerende behandlingsteam, hvor ikke kun kirurgen er erfarende, men også efterbehandlingen holder en høj kvalitet. En forudsætning for dette er at rutinen kan vedligeholdes, dvs. at afdelingen har tilstrækkelig mange patienter.	
4.0 PATOGENESE	6	Med dette skrift tilbydes en teoretisk opdatering af den tilgængelige viden på området.	
4.1 Traumatiske læsioner	6	1.2 Historie	
4.2 Patologiske rupturer	6	Behandlingen af flexorsenelæsioner omtales første gang i romertiden af den græske læge <i>Galen</i> som udtaler: »Sener indeholder nervetråde, suturering kan føre til smerte, muskelsitren og i værste fald ukontrolable kramper« (1). Dette	
5.0 DIAGNOSTIK	6		
5.1 Klinisk diagnostik	6		
5.2 Billeddiagnostiske muligheder	7		
6.0 BEHANDLING	7		
6.1 Suturteknik	7		
<i>Suturmateriale</i>	7		
<i>Suturmetoder – FDP – zone II</i>	7		
<i>Relationen mellem styrken af forskellige suturmetoder</i>	8		
<i>Eksempler på ofte anvendte suturmetoder</i>	8		
<i>Suturmetoder – FDS</i>	10		
<i>Suturmetoder i zone I</i>	10		
6.2 Primær behandling	10		
<i>Timing af operationen</i>	10		
<i>Incision</i>	11		
<i>Zone I + II</i>	11		
<i>Øvrige zoner og tommelfingeren</i>	11		
<i>Partielle læsioner</i>	12		
6.3 Børn	12		
6.4 Efterbehandling	12		
<i>Gipsbandagering</i>	12		
<i>Passiv fleksion og aktiv ekstension</i>	12		
<i>Tidlig kontrolleret passiv mobilisering</i>	13		
<i>Tidlig aktiv mobilisering</i>	13		
<i>Kombinationer</i>	13		
<i>Flexor pollicis longus</i>	13		
7.0 KOMPLIKATIONER	14		
7.1 Postoperativ ruptur	14		
7.2 Adhærencer	14		
<i>Indikation for tenolyse</i>	14		
<i>Timing</i>	14		
<i>Operationen</i>	14		
<i>Postoperativ behandling</i>	15		

Appendiks**Anvendte forkortelser:**

DIP – distale interfalangealled
 FDP – flexor digitorum profundus
 FDS – flexor digitorum superficialis
 FPL – flexor pollicis longus
 MCP – metacarpointerfalangealled
 PIP – proksimale interfalangealled

dogme dominerede behandlingen frem til 1700-tallet, da man kunne demonstrere at sener ikke indeholdt nervetråde, og man begyndte at sy senelæsioner, men resultaterne var ikke tilfredsstillende pga. stor rupturfrekvens eller adhærens-dannelse. I starten af det 20. århundrede exciderede man oftest den læderede sene og indsatte en senegraft. *Sterling Bunnell* er den største foregangsmand inden for flexorsenekirurgien. *Bunnell* gennemførte en grundig gennemgang af bøjese-nerens anatomi og fysiologi. På operationsområdet indførte han atraumatisk teknik, specielle instrumenter for håndkirurgi og organisationen af en hånd-operationsstue. *Bunnell* indførte det kendte begreb »no man's land« sva- rende til området i hånden, hvor der løber to sener i samme fibrøse seneskede. Ved læsioner i dette område anbefalede han – pga. store problemer med senenekrose og adhærens- cer – primær revision, hudsutur og siden en fri sene i en rolig fase (2).

Dette var den fremherskende holdning frem til 1960, da *Claude Verdan* offentliggjorde sit arbejde med gode resulta- ter ved primær suturering af bøjese-nerer i zone II (3). Senere i 1967 kom *Harold Kleinerts* meddelelse om primær suture- ring og tidlig mobilisering med passiv fleksion (elastiktræk) og aktiv ekstension (4). Disse to arbejder var hovedårsagen til den forbedring af behandlingen, der skete igennem tres- serne og halvfjerdsenerne. I de seneste ti år er udviklingen gået i retning af stærkere suturteknikker samt tidligere og mere aktiv mobilisering, for dermed at opnå bedre funktion af den reparerede sene (5, 6).

2.0 EPIDEMIOLOGI

De fleste flexorsenelæsioner er lokaliseret til zone II. En sammenstilling af en række undersøgelser giver følgende re- sultater for åbne skader (7-17):

- Gennemsnitlig alder ved tilskadekomst: 25-30 år.
- Mand/kvinde-indeks: ♂/♀ = 4/1.
- Lillefingeren er den fingerstråle som oftest får flexorsene- læsioner.
- Den dominante hånd rammes lidt oftere (60%) end den ikke-dominante (40%).
- $\frac{2}{3}$ af læsionerne i zone II engagerer begge flexorsener.
- Næsten 50% af zone II-skaderne har en ledsagende digital- nerve-læsion.
- 60-75% af seneskaderne forårsages af kontakt med en kniv eller glas.
- Incidensen er ca. en per 7.000 i industrialiserede lande per år (18).

3.0 ANATOMI/HELING

3.1 Anatomi/fysiologi

Musculus flexor pollicis longus, musculi flexor digitorum profundus og superficialis er fingrenes »extrinsic-flexorer« beliggende på underarmen. Muskelfibre strækker sig ned til håndledsniveau, og i karpaltunnelen er der tale om velde- finerede sener til samtlige fingre. N. ulnaris innerverer den ulnare del af profundusmuskulaturen, den resterende del af profundusmuskulaturen og superficialismuskulaturen in- nerveres af n. medianus.

For de fire ulnare fingre er anatomen tilnærmelsesvis ens. Superficialissen ligger superficielt for profundussen- nen i håndfladen og fortsætter ind i seneskeden sammen med denne. Over proksimale phalanx deler superficialissen sig i to ben for at inserere sig proksimalt på mellempha- lanx. Profundussen ligger under superficialis frem til proksimale phalanx, hvor den kommer ud imellem superfi- cialisbenene, løber frem og insererer sig bredt proksimalt på distale phalanx. Lumbrikalmuskulaturen udspringer fra pro- fundussenerne og fungerer sammen med interosseusmu- skulaturen som intrinsic flexorer af de fire ulnare fingres MP-led, og strækker over PIP- og DIP-led.

Tommelfingeren har kun en extrinsic flexor, nemlig mu- sculus flexor pollicis longus. Denne løber i samme plan som profundusmuskulaturen/senerne igennem karpaltunnelen, inden den fortsætter ud på tommelfingeren og insererer sig proksimalt på distale phalanx.

Med håndleddet i neutralstilling er den aktive ekskursion af FDS 24mm, for FDP 32 mm og for FPL 27 mm (19). Hvis håndleddet inddrages i bevægelsen øges FDS-ekskursionen med 100%, tilsvarende øgning for FDP er 60% og for FPL 30%. Dette er i modsætning til extensorsenerne, hvor ekskursion- en blot er 1-1 $\frac{1}{2}$ cm. Aktiv bevægelse af fingrene medfører større ekskursion end passiv mobilisering (20).

Flexorsenerne løber i seneskeder. Flexor pollicis longus løber i en skede for sig selv fra lige proksimalt for karpaltun- nelen og ud til insertionen på tommelens yderstykke. Super- ficialis- og profundussenerne løber i en fælles seneskede i karpaltunnelen, denne kommunikerer ofte med seneskeden på 5. finger, hvorimod 2., 3. og 4. finger har en selvstændig seneskede, som starter ud for distale bøjefure i håndfladen og strækker sig ud til yderstykkerne på fingrene.

Seneskederne har flere funktioner. Forstærkninger i se- neskedernes væg (*pulleys*) holder senerne bundet nede tæt ved knoglerne således, at senerne ikke ved muskelkontrak- tion bliver løftet op som en streng imellem distale phalanx og karpaltunnelen (*bowstringing*). A2 og A4 *pulleys* er essentielle for normal bøjese-nerfunktion. Seneskeden har ud for *pulleys* en tragtliggende funktion, som er medvirkende til at senerne glider let igennem de relativt stramme *pulleys*. Synovialis- væsken i seneskeden fungerer som smøremiddel, men har desuden en væsentlig betydning for senernes ernæring, som blandt andet sker ved diffusion i synovialisvæsken. Senerne ernæres desuden fra sidegrene fra digitalarterierne, som løber ind i seneskeden og videre ind i vinculae for at fortsætte i den dorsale halvdel af senen.

3.2 Zoneinddeling

Til at beskrive lokalisationen af senelæsioner og til vejled- ning af behandlingen, inddeles senerne i zoner efter *Verdan*. Zone I findes distalt for insertionen af flexor digitorum su- perficialis.

På dette niveau kan kun profundussen beskadiges. Zone II svarer til til *Bunnells* »no man's land« dvs. det område i seneskeden hvor der løber to sener. Området proksimalt for seneskeden op til det transverselle karpalligament udgør zone III. Zone IV findes i karpaltunnelen og zone V proksi- malt herfor.

3.3 Heling af flexorsenelæsioner

Intrinsic/extrinsic heling

Allerede i 1767 rapporterede *Hunter* om sine forsøg med seneheling udført på kaniner. Han konstaterede at sener heler med dannelse af en omkransende senecallus, en mekanisme lig den man fandt ved knogleheling. Derved initieredes debatten om hvorvidt helingsprocessen har sit udspring i selve senen (intrinsic heling) eller stammer fra de omgivende strukturer (extrinsic heling). Denne diskussion er fortsat frem til vore dage, hvor et stort antal studier indikerer at begge processer forekommer.

Ved extrinsic heling vandrer celler fra det omkringliggende væv, fx den synoviale skede, ind i senedefekten og initierer callusdannelse. Denne mekanisme fører til dannelse af adhærencer mellem senen og det omgivende væv – en egenskab som ikke er ønsket når målet er en frit glidende sene. Flere studier har vist at sener besidder egenskaber som tillader heling uden cellulært engagement fra omgivelserne. *Lundborg* og *Rank* viste at senestykker anbragt i knæleddet hos forsøgsdyr ikke bare overlever, men at de efter suturing har celleproliferation og producerer kollagen (21-23). I andre forsøg af samme forfattere var senestykkernes miljø af en sådan karakter at migration af celler fra omgivelserne kunne udlukkes (24). Intrinsic heling af flexorsener var dermed dokumenteret, et faktum accepteret af de fleste i dag (25, 26). Begge helingsprocesser er på så vis aktive i varierende grad, afhængig af læsionen, mekaniske og kemiske påvirkninger samt de vaskulære forhold.

Helingsfaserne

Morfologisk kan helingsprocessen opdeles i tre faser. Disse er ikke tidsmæssigt velfafgrænsede og isolerede, men overlapper hinanden og er defineret af hvilken proces der på et givet tidspunkt er den dominerende. Den første, inflammatoriske fase, er identisk med hvad man finder andre steder i kroppen efter vævsskade. I dette stadium er det hovedsageligt suturen som holder senen sammen, med ringe assistance fra fibrinudfældninger. Mikroskopisk ses et hæmatom og proliferation af inflammatoriske celler (27). Den inflammatoriske reaktion er den dominerende i de første 3-5 dage. Kollagenolysen indebærer en svækkelse af senen og dens suturbærende egenskaber. Næste fase er den fibroblastiske eller kollagenproducerende periode med en varighed på 3-6 uger. Fibroblasterne producerer kollagen og andre komponenter i den ekstracellulære matrix. Den afsluttende remodellerings- eller modningsfase kan vare 6-9 måneder. De kollagene fibre orienteres longitudinelt, og gennem modning af kollagenet tiltager styrken af arret, som dog aldrig bliver sammenlignelig med den prætraumatiske status (26). Celler fra såvel endotheon (kernen i senen) som epithenon (den ydre glideflade) deltager i helingsprocessen (28).

Diastase mellem seneenderne

Betydningen af separation mellem enderne af senen under helingsprocessen er ikke entydigt klarlagt. En diastase er tidligere beskrevet som disponerende til et øget inflammatorisk respons og en større risiko for adhærencedannelse (29). Hvad angår konsekvenserne for det funktionelle slutresultat

har der været divergerende opfattelser. Det er en almen opfattelse at en diastase på mere end 2-3 mm har en negativ effekt (30); andre undersøgelser har vist gode resultater med en afstand på op til 10 mm (31, 32). *Silverskiöld* fandt i sine kliniske studier en gennemsnitlig diastase på 3,2 mm hos patienter behandlet med Kleinertteknik. Der var ingen signifikant korrelation mellem størrelsen af separationen og det kliniske resultat, med spalter på op til 10 mm. En afstand på mere end 10 mm gav et ringere resultat.

Mekanisk påvirkning under heling

Der er i dag en overbevisende videnskabelig dokumentation for at tidlig mobilisering af en flexorsene efter en behandlet skade har en række positive effekter. Trækstyrken i senen forbedres hurtigere, den synoviale nutrition af senen bliver bedre, kollagenproduktionen forøges, remodelleringen fremskyndes, tendensen til dannelsen af adhærencer formindskes, og senens bevægelsesamplitude bliver bedre.

Passiv mobilisering, uden kraftpåvirkning, af den reparerede sene er næppe praktisk muligt, grundet muskeltonus eller ubevidst medvirken (33). Dertil kommer at amplituden af senen ved passiv træning er begrænset: senen skubbes proksimalt af det flekterede led, og senens glidning kan hæmmes af hævelse, fibrinaflejringer osv, hvorved den »krølles sammen«. Bevægelsesamplituden kan være mindre end halvdele af hvad man teoretisk vil forvente når der er lav tension i senen (34). Der er imidlertid en signifikant sammenhæng mellem senens tidlige bevægelsesamplitude og det senere funktionelle resultat (7). For at sikre en optimal tidlig mobilisering af senen kræves aktiv muskelkontraktion inden for grænserne af hvad suturteknikken tillader (7, 33, 35).

Tensionen har ikke kun betydning for senens mobilisering, men har i sig selv en positiv effekt på kollagensyntesen og senens biomekaniske egenskaber (36-38). *Gelberman* fandt ved dyreforsøg at styrken i den suturerede sene efter tre ugers immobilisering er lig den man finder i den nyligt behandlede sene; først efter 12 ugers immobilisering blev styrken signifikant bedre (25). Styrken af den behandlede sene falder 10-60% mellem 5. og 21. dag i en ikke-belastet sene (39), en effekt der kan mindskes betydeligt ved tidlig mobilisering.

Vækstfaktorer

Vækstfaktorerens rolle ved heling i en række forskellige væv er studeret intensivt i de senere år. Mens man tidligere fokuserede på de cellulære faktorer ved knogleheling, har vækstfaktorerne nu overtaget hovedrollen og er i fokus for en bedre forståelse af de biologiske processer og dermed mulighederne for at skabe nye behandlingsformer. De kemiske mediatorer ved seneheling er ikke klarlagt i samme grad. Undersøgelser har dog påvist forekomst af en række vækstfaktorer, og yderligere forståelse af deres virkning vil i fremtiden gøre det muligt at inddrage dem i vores behandlingsarsenal (40, 41).

Adhærencer

Epithenon og synovia indeholder fibroblaster og makrofager som kan vekselvirke med hinanden. I modsætning til andre

væv er det ikke tilstrækkeligt med en kollagenbro (evt. med senere mineralisering) over defekten for at sikre normal funktion. For flexorsenen i zone II er en intakt glideflade nødvendig. Kollagenet i senen skal øges i mængde, forstærkes og modnes, samtidigt skal kollagenet i adhærenceområdet svækkes og absorberes.

Mobilisering er som anført en måde hvorpå adhærence-dannelsen kan reduceres. *Duran & Houser* (42) angav at en indbyrdes glidning mellem FDP og FDS på 3-5 mm er nødvendig for at modvirke adhærencer. Dette er ikke i overensstemmelse med hvad *Silfverskjöld* fandt i sin opgørelse, hvor flertallet af patienterne ikke opnåede denne *differential excursion*, men alligevel havde en udmærket bevægelighed (20).

Et antal syntetiske barrierer er forsøgt anbragt omkring den helende sene, men oftest synes cellerne at finde vej udenom. Desuden synes det fremmede materiale at kompromittere helingen og fremkalde en inflammatorisk reaktion. Dyreforsøg i de senere år, med brug af ekspanderet polytetrafluoroethylen, har givet håb om bedre løsninger (43).

Mange andre faktorer har betydning for forekomsten af adhærencer: Traumets art og graden af laceration, den kirurgiske teknik, graden af iskæmi, grader af seneskedelæsionen, en postsutur-diastase på mere end 10 mm. Det er endnu ikke afklaret hvorvidt det er hensigtsmæssigt at reetablere seneskeden efter senesutur (44). Tidligere tiders excision af seneskeden for at undgå adhærencer er for længst opgivet. Fra et teoretisk synspunkt er helingsmiljøet mere attraktivt med en intakt synovial indpakning, men risikoen for en konflikt mellem den fortykkede sene sv.t. surstedet og *pulley*-systemet er betydelig.

Adskillige medikamenter er testet med samme mål som de ovenfor anførte metoder. Ibuprofen og indomethacin kan have en effekt via den hæmmende virkning på prostaglandinsyntesen (45, 46).

Hyaluronsyre har haft en gunstig effekt i flere eksperimentelle studier (47). *Hagberg* har gennemført et prospektivt, dobbeltblindt, randomiseret studie på patienter med profunduslæsioner i zone II. Der kunne ikke påvises nogen positiv virkning hvad angår fingrenes bevægelighed ved senere kontrol (48).

Ultralyd/elektricitet/magnetfelter

Rapporterne om forsøg på at stimulere helingsforløbet ved hjælp af eksterne påvirkninger som ultralyd, jævnstrøm og pulserende magnetfelter er efterhånden mange. En del substantielle studier er gennemført med lovende resultatet til følge, uden at behandlingerne endnu er blevet en etableret del af vore tilbud til patienterne.

Påvirkningen af seneheling ved hjælp af elektricitet er kun beskrevet i få artikler. I in vitro-studier er påvist positive effekter på helingen, samt en selektiv påvirkning af tenocytter i modsætning til epithenon-celler – en effekt der måske kan modvirke dannelse af adhærencer (49, 50). Virkningsmekanismen er ukendt.

En række effekter er blevet postuleret hvad angår virkningen af pulserende elektromagnetiske felter på bløddele. *Greenough* kunne i et dobbeltblindt studie på kaniner ikke

påvise nogen effekter hvad angår adhærencer eller helingsprocessen (51).

Også ultralydsbehandling er foreslået som et middel mod dannelse af adhærencer, med samme reservationer som ovenfor nævnt (52).

4.0 PATOGENESE

4.1 Traumatiske læsioner

Som det fremgår af de epidemiologiske data vil de åbne flexorseneskader på hånden oftest være lokaliseret til zone II. Patienten har ofte skåret sig på en skarp genstand, fx en kniv eller et glasskår.

Begrebet »spontane rupturer« bør reserveres de tilfælde hvor der ikke er nogen kendt underliggende patologi. De spontane intratendinøse rupturer er sjældne, men er beskrevet i flere zoner (53, 54). Patienterne er som regel mænd over 40 år.

Traumatiske avulsioner ses typisk hos yngre efter forsøg på fleksion imod stor modstand, ofte i forbindelse med idrætsudøvelse, og rammer oftest 4. fingers profundussene (mere end 75% af patienterne). *Leddy* inddeler de distale avulsioner i tre typer (55). Ved type I findes senen retraheret til håndfladen, proksimalt for A1 – vincula er revet over. Vincula er intakt i type II, og senen trækkes ikke mere proksimalt end til PIP-ledet. Type III karakteriserer en avulsion med et større knoglefragment vedhæftet senen. Der er senere tilkommet en type IV som adskiller sig fra type III ved at der er en samtidig avulsion af FDP fra knoglefragmentet (56).

Isolerede avulsioner af superficialissenen er formodentlig yderst sjældne, men forekomsten er svær at bedømme da de er vanskelige at diagnosticere (53). Skademekanismen er pludselig og uventet ekstension af en flekteret finger. Superficialissenen glider op langs profundussenen, som den omslutter. En del patienter udvikler PIP-leds kontraktur og behandles med excision af senen og evt. artrolyse (57). Nonunion af hamulus ossis hamati er i et fåtal tilfælde beskrevet som årsag til ruptur af FDP eller FDS (58).

4.2 Patologiske rupturer

Rupturer optræder især hos rheumapatienter (eller ved andre bindevævssygdomme) som en følge af en tenosynovitis eller mekanisk slid over en knogleprominens (59), oftest scaphoideum eller trapezium. Rupturfrekvensen er ikke nær så hyppig for flexorsenerne som for extensorapparatet, men til gengæld sværere at behandle. De flexorsener som hyppigst rupturerer, er i faldende orden: Flexor pollicis longus, profundussenen til pegefingern og lillefingerens profundussene (60).

Der er beskrevet talrige andre årsager til patologiske rupturer: Morbus Kienböck, scaphoideum pseudoartrose, fraktur af hamulus hamatum, Colles' fraktur, infektioner, enchondrom i phalanx distalis og cortisoninjektioner (54, 61, 62).

5.0 DIAGNOSTIK

5.1 Klinisk diagnostik

Som ved andre skader kan diagnosen flexorsenelæsion oftest stilles ud fra anamnese (skademekanisme) og klinisk un-

dersøgelse. Undersøgelsen af en håndskade omfatter sårinspektion med vurdering af sårets placering, hudens tilstand og herunder overvejelser om hvilke underliggende strukturer, der kan være læderet (zoneklassificering). Blodforsyningen distalt for læsionen vurderes. Fingrenes tonus bedømmes, idet en komplet senelæsion vil reducere tonus over de/det tilsvarende led. Profundussenefunktionen undersøges ved, at fingeren holdes fikseret imod underlaget med kun yderleddet frit, hvorefter man beder pt. bøje fingerens yderled. Funktionen af superficialissenerne vurderes ved at fiksere øvrige fingre strakt og bede pt. bøje fingeren. Ved at strække de øvrige fingre blokeres profundusfunktionen, da de fire ulnare fingres profundusmuskulatur og -sener hænger sammen på underarmen. Partielle senelæsioner kan være vanskeligere at erkende, her hæfter man sig især ved smerte under funktion og nedsat kraft. I tvivlstilfælde er man nødt til at eksplorere læsionen på operationsgangen.

Sensibiliteten bør også undersøges pga. den tætte relation imellem bøjeseenerne og digitalnerverne. Man undersøger for let berøring fx vattot, hvis der findes dysæstesi, undersøges 2-punktdiskriminationen på fingerpulpa (mindste afstand man kan skelne to punkter fra hinanden på fingerpulpa er normalt 4-5 mm). Den sudomotoriske funktion er påvirket med tørhed af huden til følge.

Hvis man ved eksploration af et fingersår ikke har klart for sig om der foreligger en læsion af seneskeden, kan man injicere anæstesimiddel i seneskeden mere proksimalt. Ved en læsion vil man se en lækage (63).

En differentialdiagnose til en subkutan ruptur er et nervus interosseus anterior-syndrom med paralyse af m. flexor pollicis longus og flexor digitorum profundus II (evt. III) (64).

I tvivlstilfælde kan man komprimere muskulaturen på underarmen for at se om der tilkommer en passiv fleksion af de aktuelle fingre. En anden mulighed er at ekstendere håndleddet hvorved en tenodese-effekt skal flektare fingrene passivt.

5.2 Billeddiagnostiske muligheder

Konventionelle røntgenundersøgelser bidrager ikke til diagnostikken medmindre der er mistanke om en distal avulsion med et tilhørende knoglefragment (type III).

MR-scanning giver en udmærket fremstilling af flexorserne og kan bruges til diagnostik af akutte rupturer, differentiering mellem rupturer og adhæreencer samt vurdering af *pulley*-systemet (65-67).

En ultralydsundersøgelse er mere enkel at gennemføre og tillader et dynamisk indslag. Den er, som i andre sammenhænge, afhængig af undersøgerens rutine og dermed ikke tilgængelig overalt.

6.0 BEHANDLING

6.1 Suturteknik

Suturmateriale

Umiddelbart efter operationen er det alene suturmaterialet som bærer belastningen. Mange suturmateriale er blevet testet i eksperimentelle studier. Monofilament-stålsuturer har, som forventet, en stor styrke og evne til at modvirke separa-

tion. Materialet er imidlertid ikke særligt resistent ved gentagne bøjninger, hvorved metaltræthed kan tilkomme. Stålsuturen er desuden ikke let at håndtere. Nylon og polypropylen har mindre trækstyrke og er mere elastiske – sidstnævnte kan disponere til separation og forlængelse af senen. Det foretrukne materiale til den intratendinøse sutur er polyester (4-0), mens polypropylen (6-0) overvejende anvendes til den perifere sutur (68). Resorberbart suturmateriale med forlænget degenerationstid er anvendt, men ikke uden bekymring for tab af suturstyrken (69). Dyrestudier har vist at polydioxanone (4-0) måske er brugbart (70), men det er endnu for tidligt at anbefale dette suturmateriale (PDS).

For alle suturmateriale gælder at styrken reduceres betydeligt (stål: 10-13%, polyester: 36-47%) når knuderne knyttes (71). Forstærkning af suturen med bl.a. en polyester-membran eller et stykke Dacron har en positiv effekt og har fundet anvendelse i andre typer af senekirurgi, men ikke inden for flexorsenekirurgi i hånden (72-74). Et mere futuristisk indslag er udvikling af intratendinøse stålankre (75).

Suturmetoder – FDP – zone II

Der er publiceret flere hundrede forsøg omhandlende trækstyrken ved forskellige suturteknikker og optimal placering af knuderne. Disse, overvejende dyreeksperimentelle, studier har imidlertid kun i ringe grad påvirket de kliniske behandlingsregimer.

Følgende konklusioner synes at være velfunderede:

- Styrken af suturen er proportional med antallet af tråde der krydser læsionen (76-80). Modstanden mod den suturerede senes glidning øges på samme vis proportionalt med mængden af suturmateriale (74). 6-strengsmetoderne er som regel teknisk mere vanskelige at udføre og indebærer naturligvis mere suturmateriale i senen.
- Epitenon-suturer forøger styrken af suturen med 10-50% i forhold til den isolerede kernesutur (81, 82). En dyb epitenon-sutur (halvdelen af radius) er i laboratorieforsøg næsten 80% stærkere end en superficiel placeret sutur (83).
- En suturdefekt opstår som regel ved knuden (84).
- En lāsende løkke i suturen (*locking loop*) strammes omkring et bundt af senefibre, mens en gribeløkke (*grasping loop*) ikke komprimerer senefibre ved træk i tråden. Førstnævnte er stærkere hvad angår brudstyrken og dispositionen til at modstå distraktion over læsionen i kadaverstudier. Tykkelsen af suturen spiller dog en rolle, og ovennævnte har ikke kunnet vises ved test af en 4-0-sutur (85). Betydningen for det kliniske resultat er ikke tilstrækkeligt belyst (86, 87), om end et klinisk studie har vist gode resultater ved *multiple looped suture* (88). Når størrelsen på løkken øges, dvs. når en større del af senens tværsnitsareal inddrages, øges brudstyrken proportionelt, men på bekostning af mindre modstandsdygtighed over for distraktion over læsionen (89).
- Ifølge et in vitro-studie bør knuderne ikke anbringes i selve defekten, men lægges uden på senen. Antallet af knuder skal være så lille som muligt (90). Klinisk har der imidlertid ikke været problemer med suturmateriale i defekten, og et in vivo-studie har ikke påvist negativ effekt på

Tabel 1. Relationer mellem suturtyper og helingstid. Enheden er arbritrær.

Type af sutur	Uge 0	Uge 1	Uge 3	Uge 6
2-strengt	100	50	66	120
4-strengt	200	100	132	233
6-strengt	300	150	198	360

trods af at knuderne optager op til 26% af arealet mellem seneenderne (91).

- Det har tidligere været rekommanderet at den intratendinøse kernesutur, at dømme efter in vitro-studier, skal placeres overvejende dorsalt frem for volart for at sikre maksimal brudstyrke (76, 92) og mindske den kraft der fordres for at overvinde gnidningsmodstanden (93). Et enkelt studie gør gældende at det ikke er afklaret for alle suturtyper – specielt de 4-strengede suturer med låsende løkker kan være uafhængige af dette princip (94).

De mange beskrevne suturmetoder skal ikke gennemgås i detaljer her. De mange undersøgelser af brudstyrken samt hvilken kraftpåvirkning, der forårsager diastase for de enkelte suturer, peger i samme retning, men med betydelige variationer. Den indbyrdes relative brudstyrke mellem forskellige suturmetoder, baseret på antallet af suturstrengte der krydser læsionen, er vist i Tabel 1 (95, 96).

Relationen mellem styrken af forskellige suturteknikker

Kraftpåvirkningen på flexorsenerne under normale betingelser er forsøgt bedømt af flere, med noget varierende resultater (71, 97). Følgende værdier tjener til at give et indtryk af de krav som stilles til suturerne:

Passiv bevægelse: 200-900 gram

Moderat greb: 1.500 gram

Stærkt greb: 5.000 gram

Maksimalt pincetgreb (FDP): 9.000-12.000 gram

Det efter læsionen tilkomne ødem samt suturmaterialet øger glidningsmodstanden, og dermed den nødvendige kraft, betydeligt (74).

Strickland har estimeret relationerne mellem suturtyper og brudstyrke på suturer uden epitenon-forstærkning og uden belastning under helingsfasen (98). Styrkeforholdene fremgår af Tabel 1.

Eksempler på ofte anvendte suturmetoder

Kessler

Den diagonale sutur anbringes ca. 1 cm fra enderne på begge sider. De fire løkker skal engagere en fjerdedel af senens tværsnitsareal (99).

Der er beskrevet flere modifikationer af denne klassiske sutur: Knuderne kan anbringes mellem enderne, med en eller to knuder samt med dobbelte, låsende løkker (100). Teknikken kan forstærkes ved brug af en dobbelt modificeret Kessler-sutur i to niveauer. Derved får man en 4-strengt og dobbelt så stærk sutur (78), Fig. 1.

Savage

Denne sutur er kompliceret og teknisk krævende. Tidsforbruget er 3-4 gange hvad man forventer til en Kessler-sutur (101). Suturen er 6-strengt med løkkerne placeret relativt superficielt i senen. Hver slyng griber om senebunder på 1-2 mm i diameter. I et tværsnit af senen er de tre dobbelt-suturer anbragt i en »Mercedes-konfiguration« og omfatter tilsammen $\frac{1}{4}$ af senens tværsnitsareal (79). Flere studier har vist at denne metode hører til de stærkeste (77, 102) Fig. 2.

Lim-Tsai

6-tråds teknik (4-0) med løkker og en simpel, løbende epitenon-sutur (6-0 Prolene). Der bruges dobbelttråde som placeres volart i senen. Knuderne placeres intratendinøst (103). Metoden er udviklet med henblik på tidlig aktiv mobilisering, Fig. 3.

Indiana

4-strengt sutur i »Kessler-Tajima-stil« med låsende løkker, suppleret med en horisontel madrassutur. Den centrale sutur anbringes dorsalt i senen. I epitenon bruges en løbende, låsende sutur (98), Fig. 4.

Bunnell

De første senesuturer var longitudinelt placeret, dvs. parallelt med fibrene. For at opnå en resistens mod udtrækning af suturen præsenterede Bunnell sin forbedring af Nicoladonis teknik med flere diagonale suturer i 8-tals-konfiguration (2) Fig. 5.

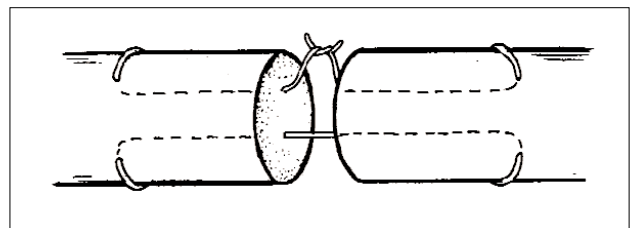


Fig. 1. Kessler-sutur.

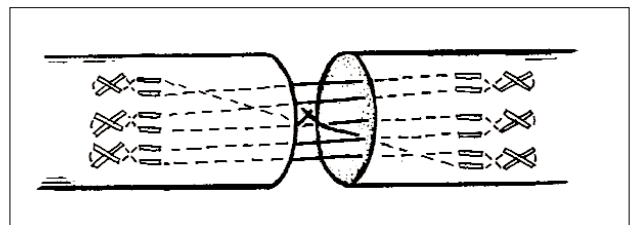


Fig. 2. Savage-sutur.

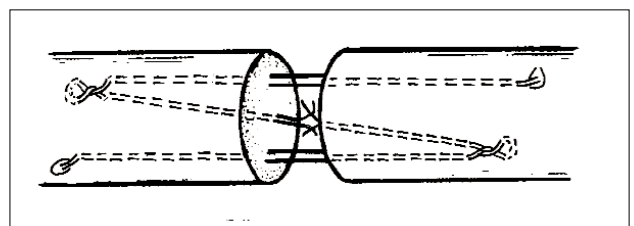
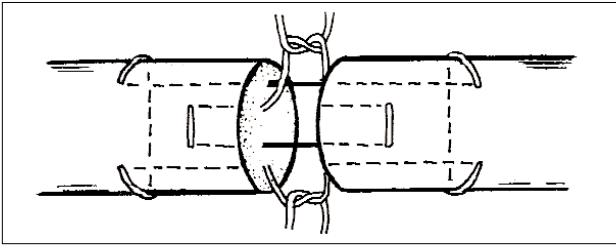
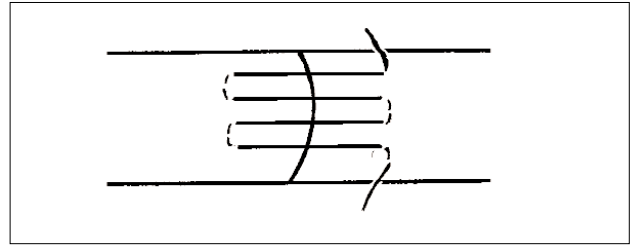
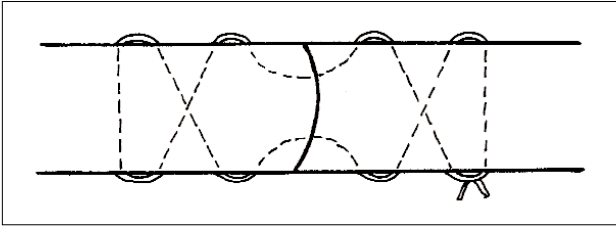
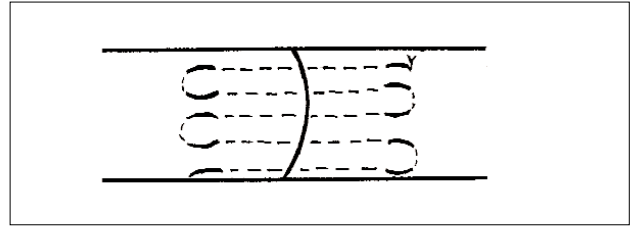
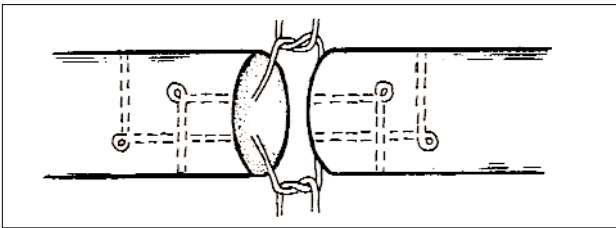
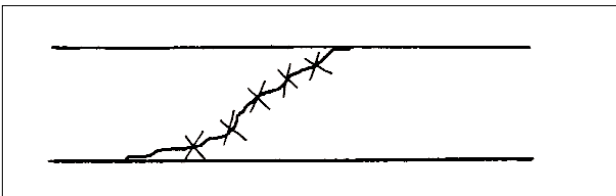
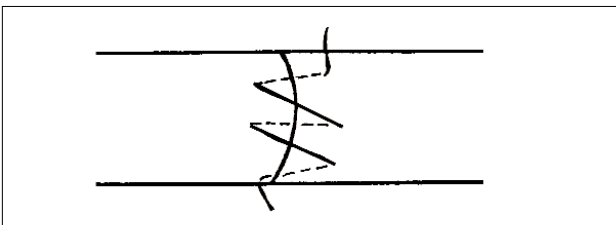
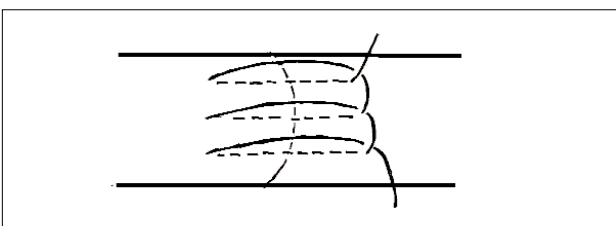


Fig. 3. Lim-Tsai-sutur.

Fig. 4. *Indiana-sutur.*Fig. 10. *Lembert-sutur.*Fig. 5. *Bunnell-sutur.*Fig. 11. *Mashadi-Amis-sutur.*Fig. 6. *Lee-sutur.*Fig. 7. *Becker-sutur.*Fig. 8. *Simpel løbende sutur.*Fig. 9. *Simpel låsende sutur.*

Lee

Dobbelt låsende løkke som tilstræber en omforme den longitudinelle trækraft til transversel kompression (104), Fig. 6.

Becker

Består af to rækker af kontinuerlig criss-cross-suturer. Rækkerne placeres mediallyt, respektive lateralt med engagement af epitenon og superficielle senesubstans (105, 106). Ved denne teknik øges kontaktfladen mellem seneenderne. Såvel ved denne, som ved »step-cut«-teknik er der risiko for forkortning af senen med begrænsning af ekskursionen, Fig. 7.

Ved læsioner i de proksimale zoner samt på tommelfingeren bruges samme suturteknik, om end den perifer sutur ofte udelades i zone V ved multiple senelæsioner.

Epitenon-sutur

Begrebet epitenon-sutur er noget misvisende idet sutur omfatter mere end det tynde lag af epitenon-celler, som regel en dybde på 1-1,5 mm. Også her gælder at antallet af suturstrengene der krydser skaden, er afgørende for styrken (107). Nogle forfattere anser det for formålstjenligt at anbringe epitenon-suturen først, idet metoden er mindre traumatisk for senen og gør det lettere at undgå volumenøgning af senen svarende til suturen (108, 109).

Simpel: En simpel løbende sutur i hele periferien (8) Fig. 8.

Simpel, låsende: Enkel låsning af hver stik (55) Fig. 9.

Lembert madras: Kontinuerlig horisontal madrassutur (8) Fig. 10.

Mashadi-Amis: Løbende madrasslignende sutur hvor de transverselle suturer krydser fibrene i senen, i modsætning til Halsted-suturen (110) Fig. 11.

Halsted-sutur: En kontinuerlig horisontal madrassutur (81) Fig. 12.

Cross-stitch: Løbende transversel madrassutur (72) Fig. 13.

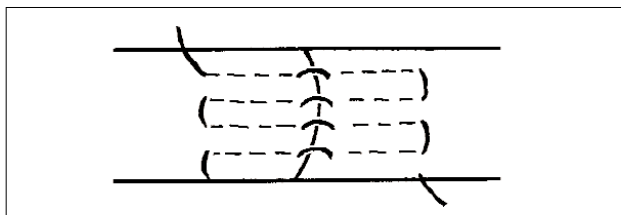


Fig. 12. Halsted-sutur.

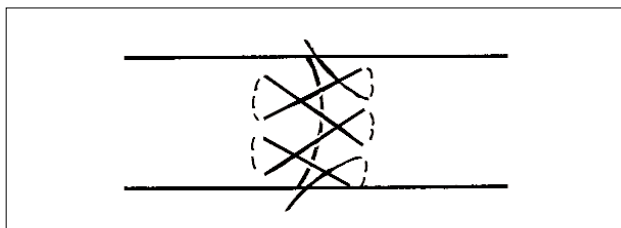


Fig. 13. Cross-stich-sutur.

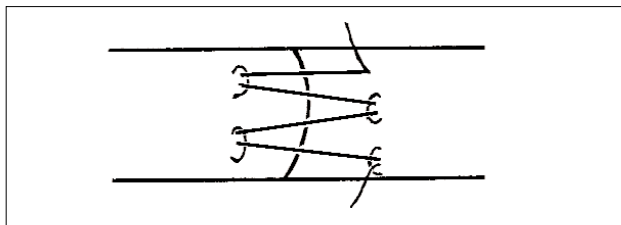


Fig. 14. Lin-locking-sutur.

Lin-locking: Løbende sutur med låsende løkker (111) Fig. 14.

Suturmetoder – FDS

Der har hovedsageligt været fokuseret på teknikkerne ved behandlingen af FDP. En god superficialisfunktion sikrer bedre resultater end excision af senen efter en læsion (112, 113). Ved skader på FDS i zone II har en liggende madras-sutur været reglen, en klinisk undersøgelse tyder imidlertid på at en Tajima-sutur er signifikant stærkere. Sidstnævnte er anvendt ved tidlig aktiv mobilisering (114) og tillader individuel healing af senen uden dannelse af adhærencer, med intakt og uafhængig PIP-ledsfleksion. I de mere proximale zoner har senen en morfologi som muliggør suturmetoder som beskrevet under FDP-læsioner.

Suturmetoder i zone I

Ved distal avulsion af profundussenen, med eller uden et tilhørende knoglefragment, skal senen reinseres og fragmentet sættes tilbage på plads. For at foretage en senesutur med de ovenfor beskrevne teknikker kræves en distal sene-stump på mindst 1 cm. Hvis den distale sene er kortere, må suturen forstærkes med en pull-out sutur- eller en osteosutur som ved en avulsion. I begge tilfælde kan man supplere med en sutur mellem enderne af senen respektive mellem sene og periost. Det er tidligere vist at healing af senen til knoglen faciliteres hvis senen fikseres i en ossøs kanal (115). Denne metode er imidlertid ikke længere aktuel efter fremkomsten

af Bunnells pull-out-teknik med brug af stålsuturer (116). En Bunnell-sutur sættes i senen, hvorefter ståltråden føres gennem en borekanal i phalanx distalis og knyttes over neglen, med eller uden en knap. Nogle kirurger foretrækker at føre de to tråde omkring siderne på knoglen, en teknisk noget lettere variant.

Mantero-teknikken indebærer applikation af en 2-0-sutur (Nylon) i senen. Suturen føres ud gennem toppen af pulpa og knyttes over en knap. Der forstærkes yderligere med en epitenon-sutur (6-0). Der er beskrevet gode resultater med tidlig aktiv mobilisering (117).

Ved osteosuturteknikken undgås den penetrerende stålstrådssutur. Den intratendinøse senesutur fæstes distalt ved hjælp af et tværgående borehul i phalanx distalis. Denne teknik kræver at den volare incision går mere distalt end ved pull-out-metoden, eller brug af en tværgående distal pulpa-incision (118).

Knogleankre er endnu et alternativ for at sikre et distalt fæste. Phalanx distalis er dog tynd og faren for læsion af neglematrix må tages i agt.

Ved test af humane kadaversener er Bunnell-, Kessler- og Kleinert-suturerne undersøgt mhp. anvendelse sammen med aktiv postoperativ mobilisering (119). Grundet en gennemsnitlig diastase mellem seneenderne på 8 mm blev metoderne fundet uegnede til tidlig aktiv mobilisering.

I forbindelse med reinsertionen/pull-out-suturen er det begrænset hvor langt profundussenen kan avanceres distalt, og metoden med avancement af senen for at placere suturen distalt for DIP-leddet er nu opgivet. Der hersker en delikat balance senerne imellem, hvorfor forkortning af FDP kan føre til en progredierende fleksionskontraktur i den opererede finger samt reduceret fleksion (Quadriga)/hyperekstension i de andre fingre (120, 121). Grænsen for forkortning af profundussenen synes at gå ved ca. 1 cm, men fænomenet bør undgås.

6.2 Primær behandling

Timing af operationen

Den relativt hurtige bakterielle kolonisering af et åbent sår har i mange år været basis for 6-timers-reglen, ifølge hvilken operationen bør indledes inden udgangen af »den gyldne periode«. Antibiotikaproylaxse er ligeledes vidt udbredt, bl.a. rekommanderet i en dansk undersøgelse (122), hvor der tilrådes en enkelt injektion med 2 mio. IE penicillin G. Der er stillet spørgsmålstejn ved rutinemæssig brug af profylaktisk antibiotika ved flexorseneskader i andre studier. I en retrospektiv undersøgelse af Stone & Davidson fandtes ingen effekt af antibiotika ved simple, åbne flexorsenelæsioner på hånden (123). Disse og flere andre forfattere tilråder at antibiotikabehandlingen reserveres til tydeligt forurenede sår. For alles vedkommende gælder at såret ved ankomsten til skadestuen bør vaskes grundigt inden den midlertidige forbindelse anlægges. Mange mener i dag at 6-timers-reglen ikke har nogen gyldighed hvad angår disse skader. Kirurgens kompetence synes at være af større betydning end en forsinkelse, og patienten kan derfor med fordel vente på en kvalificeret behandling uden øget risiko for en infektion.

Definitionerne for primær, forsinket primær, sekundær respektive sen suturering varierer betydeligt i litteraturen.

Der er betydelig videnskabelig evidens for at operationen kan foretages med op til 24 timers forsinkelse uden forøget infektionsrisiko (123-125).

Incision

Ved valg af incision gælder same regler som for anden håndkirurgi. I modsætning til *pulley*-systemet, som i så vid udstrækning som muligt må respekteres, kan incisionen i huden laves så vid at den sikrer uindskrænket eksposition. Sårrets størrelse har dog betydning for den postoperative mobilisering. Ved åbne skader forlænges såret med udgangspunkt i hver ende, idet man undgår for spidse vinkler. Såfremt der er vævstab, må behovet for dækning af huddefekten med svinglap eller fjernlapper tages med i betragtning ved planlægning af incisionen. Da senen efter en læsion kan retraheres betydeligt, må man ofte supplere med en mere proksimal incision for at få præsenteret enden af senen. Såret skal hovedsageligt udvides i proksimal retning ved skader opstået med ekstenderet finger, i distal retning ved skader på flekteret finger.

Den mest anvendte incision på fingrene er en Bruner-incision (zig-zag) med linierne løbende fra apex til kontralaterale apex mellem bøjefurerne. Incisionerne bør føres helt ud til midtlatral-linien for at undgå senere volar migration af cikatricen med kontraktur til følge.

Nogle forfattere tilråder en midtlatral eller modificeret midtlatral incision, idet man ikke ønsker cikatricielle forandringer volart over senerne (126, 127). Denne adgang er teknisk vanskeligere end Bruner-incisionen.

Zone I+II

Efter frilægning af seneskeden opsøges defekten. Seneskeden bør spares i videst mulige udstrækning. Åbning af seneskeden foretages bedst svarende til den membranøse (cruciate) del. De to vigtigste segmenter i seneskeden, hvad angår den mekaniske effektivitet ved fleksion af fingeren, er de to annularligamenter: A2 og A4 (128). Excision af A3 har mindre betydning for fleksionskraften. Senelæsion i zone I vil som regel kræve åbning af C3 og A5 samt fremhentning af senen proksimalt for A4. Åbningen af seneskeden foregår i distal, respektive proksimal retning, udgående fra skaden, dog med respekt for de vigtige annularligamenter. Lægges *pulley*-incisionerne diagonalt kan seneskeden efterfølgende lukkes uden stramning over senerne (129).

Afhængigt af niveauet for læsionen vil den proksimale del af senen retraheres i varierende grad. Der er beskrevet flere teknikker til fremhentning af senen, alle baseret på atraumatisk teknik:

- Maksimal fleksion af håndled og fingerled proksimalt for læsionen med samtidig kompression af underarmsmuskulaturen. På så vis kan senen »malkes« frem til defekten i seneskeden som anbefalet af *Kleinert*.
- En hjælpeincision lægges mere proksimalt på den aktuelle fingerstråle, og den proksimale del af senen hentes frem. Et tyndt kateter føres fra seneskedelæsionen i distal retning gennem *pulley*-systemet og fæstes med en sutur til senen som derefter kan trækkes distalt (130-133).

- En hudkrog føres proksimalt op gennem seneskeden med hudkrogen parallelt med væggen. Når enden af senen er passeret drejes krogen, griber fat i senen og fører denne distalt. Hvis senen er betydeligt retraheret lægges, som ovenfor beskrevet, en proksimal hjælpeincision. Ved hjælp af to hudkroge eller en krog og en nål kan senen nu trækkes distalt (134).
- Endoskopisk assisteret fremhentning af flexorsenerne er testet på kadaver-hænder (135).

At fiske blindt i seneskeden med en pean må frarådes.

Når de to ender er trukket frem og placeret i tæt relation til hinanden, kan de fikseres i denne position med tværgående kanyler gennem seneskede og sener.

Det er vigtigt at reetablere den normale anatomiske relation mellem de to sener inden sutureringen. Superficialis-senens to bånd løber spiralformet omkring profundussenen. Deles begge bånd kan enderne rotere og kompromittere glidningen af profundussenen hvis de sys i denne stilling.

Det har i mange år været en debat hvorvidt seneskeden bør lukkes efter fuldendt reparation af senen. En lukning vil, fra et teoretisk synspunkt, forbedre den nutritive status, sikre en bedre glideflade og dermed nedsætte risikoen for udvikling af adhærencer. Modsat kan en reetablering af seneskeden med forsnævring kompromittere senernes heling og senere ekskursion (136). Spørgsmålet om en vandtæt lukning af seneskeden har betydende positive effekter savner stadig et svar. Flere typer af membraner af såvel biologisk som artificiel karakter til reparation af defekter i skeden testes (137). En simpel plastik ved lukningen med samtidig øgning af lumen synes at være en god rekommandation (*Kapandji*). Såfremt der er substansstab af vigtige *pulleys*, må der foretages en egentlig rekonstruktion.

Efter lukning af huden er det hensigtsmæssigt at lægge en tynd inderforbinding der tillader mobilisering af fingeren. Uden på denne lægges en større absorberende forbinding samt en skinne med MCP-leddene i fleksion. Skinnen bæres frem til mobiliseringen initieres.

Patologiske rupturer kan ikke sutureres, men kræver en rekonstruktion, helst inden der dannes adhærencer i zone II.

Øvrige zoner og tommelfingeren

Den atraumatiske håndtering af disse sener afviger ikke fra det ovenfor beskrevne. Præsentation af den proksimale del af flexor pollicis longus efter læsion i zone II kan være besværlig hvis senen ligger i thenarregionen. Teknikken er som tidligere beskrevet. Hvad angår *pulley*-håndteringen på tommelfinger gælder følgende, baseret på eksperimentelle studier. En læsion af A1 (og retinaculum flexorum) kræver at det skråt forløbende *pulley* og A2 er intakte for at sikre normal amplitude af FPL. Omvendt vil beskadigelse af de to distale *pulleys* kompromittere bevægeligheden hvis A1 også omfattes (138). Der kræves med andre ord sutur/rekonstruktion af det skrå *pulley* eller A1 for at sikre normal flexorfunktion i tommelfingeren.

Ved masseoverskæring af sener proksimalt for håndledet er det vigtigt at identificere de mange seneender, og man kan med fordel markere disse inden sutureringen begynder.

Partielle læsioner

Spørgsmålet om en partielt beskadiget sene kan tåle tidlig belastning, med eller uden suturforstærkning, har været ført i mange år. *Kleinert* argumenterede for operativ behandling (139). Rapportering af tre typer komplikationer (entrapment, ruptur, triggering) efter konservativ behandling forstærkede argumentationen yderligere (140, 141). Ræsonnementet er siden imødegået af såvel kliniske som eksperimentelle undersøgelser (142-145). *Dobyns* angiver at en læsion omfattende 60% af senen bevarer 56% af den normale brudstyrke (146). *Bishop* fandt at en tilsvarende 5 uger gammel skade, har en brudstyrke på 47% (mobiliseringsprotokol) respektive 42% (immobilisering) af det normale (145). Dyreforsøg med kontrol af en uge gamle læsioner omfattende 60% af senens tværsnitsareal har sandsynliggjort at sådanne skader kan behandles med aktiv mobilisering (147).

I 1995 foretog man en spørgeskemaundersøgelse blandt medlemmerne i the American Society for Surgery of the Hand for at klarlægge holdningerne til behandlingen af partielle flexorsenelæsioner. 30% af de adspurgte ville sætte suturer i alle partielle læsioner, 45% ville adoptere ved læsioner på mere end 50%. 72% af de opererende brugte en modificeret Kessler-sutur. 81% startede beskyttet mobilisering inden for de første 48 timer.

En klinisk praksis med konservativ behandling af flexorsener i zone II synes retfærdiggjort ved læsioner omfattende op til 60% af senens tværsnitsareal. Ved tegn til konflikt mellem en mobil senelap og seneskeden kan lappen fjernes, senen sutureres eller seneskeden reparerer. Den postoperative behandling må bygge på en individuel vurdering, men en vis aflastning er oftest tilrådelig i de første tre uger.

6.3 Børn

Den positive udvikling, hvad angår behandlingen af flexorsenelæsioner i zone II hos voksne, skyldes både en udvikling af suturteknikkerne og efterbehandlingen. Børn defineres i de fleste undersøgelser som aldersgruppen 0-16 år. De små sener hos børn gør brug af en mangestrenget suturteknik yderst besværlig. Dertil kommer at man ikke generelt kan applicere et postoperativt passivt mobiliseringsprogram som kræver forståelse og aktiv medvirken. Læsionerne er vanskeligere at diagnosticere, og behandlingen forsinkes i op til en tredjedel af tilfældene (148). Den spontane brug af fingrene iagttages, og såfremt barnet er roligt kan tenodeseffekten ved fleksion og ekstension af håndleddet give en indikation på om der foreligger en seneskade.

Der må vises speciel omtanke ved placering af incisionerne på fingrene idet arrene under væksten har en tendens til at blive udstrakte og nærme sig midtlinien.

Begge flexorsener skal repareres, uafhængig af i hvilken zone læsionen er lokaliseret (149), og der er rapporteret flere tilfælde af vækstreardering af fingre efter ubehandlede flexorsenelæsioner (150). Tummelfingeren er ikke så hyppigt engageret som hos voksne (151).

Resultatet af såvel mobilisering i *Kleinert*-stræk som immobilisering i gips er efterundersøgt. Resultaterne efter sutur i zone I er gode (152). For både zone I og II gælder at man har fundet små, men ikke signifikante, fordele ved den

tidlige passive mobilisering (148, 152). Immobiliseringsperioden bør ikke overstige fire uger. Der kan forventes et samlet bevægelsesudslag på 69-77% af det normale (mere end to års opfølgningstid), uafhængigt af behandlingsmetoden. Man kan se forbedringer lang tid efter behandlingens ophør, *O'Connell* fandt en gennemsnitlig forbedring af bevægeligheden på 17% hos børn, genundersøgt mindst 18 måneder efter deres sidste besøg (152).

Partielle flexorsenelæsioner på mindre end 75% af senens tværsnitsareal er behandlet konservativt med tidlig mobilisering uden komplikationer (153). Ved adhærencedannelse er tenolyse en mulighed på børn ældre end ti år, resultaterne på yngre er ikke tilfredsstillende (154).

6.4 Efterbehandling

Den videre behandling efter operationen har to formål. For det første skal den reparerede sene beskyttes indtil den når sin fulde styrke (8)-10-12 uger efter operationen (22, 62, 152, 155). For det andet skal en så tidlig mobilisering som muligt tilgodeses. Adskillige studier har vist, at tidlig mobilisering mindsker dannelsen af adhærencer, øger ekskursionen, remodelleringen og ikke mindst styrken af senen (36, 79, 156). Derfor er udviklingen gået i retning af stærkere suturteknikker, som muliggør en mere aggressiv mobilisering. Mobiliseringsprotokollerne er primært undersøgt for zone II-læsionerne, hvor forholdene erfaringsmæssigt er mest kritiske.

Genoptræningen bør foregå i tæt samarbejde med ergoterapeuter som er vant til at træne patienter med bøjese-læsioner. Tidlig mobilisering kræver også en patient som kan samarbejde omkring træningen efter sufficient vejledning.

De forskellige behandlingsprincipper inden for efterbehandlingen/genoptræningen er:

1. Gipsbandagering
2. Passiv fleksion og aktiv ekstension (elastik-fingertræk eller *Kleinert*-træk)
3. Tidlig kontrolleret passiv mobilisering
4. Tidlig aktiv mobilisering
5. Kombinationer

Gipsbandagering

Gipsbandagering er en effektiv måde at beskytte den reparerede sene på og anvendes i dag til mindre børn og patienter, som ikke kan forventes at kunne samarbejde om en tidlig mobilisering. Ved læsioner uden for zone II er den tidlige mobilisering næppe så afgørende, og her kan man ofte tillade sig at gipsbandagere. Den normale bandageringstid er tre uger og derefter start af ergoterapi.

Passiv fleksion og aktiv ekstension

Gipsbandagering var fremherskende frem til midt i tresserne, da *Harold Kleinert et al* publicerede betydeligt bedre resultater, end man tidligere havde set ved behandlingen af bøjeseener i zone II. Hovedprincippet her er at fingrene bøjes af elastikker og strækkes aktivt af det ikke læderede strækkeapparat; metoden er med årene blevet yderligere sofistikeret.

keret (8, 155, 156). Hvorvidt alle fire fingre eller den/de læderede fingre skal forsynes med elastikker, synes overvejende at være et spørgsmål af psykologisk karakter. Det teoretiske rationale bag denne variant er at sene-ekskursionen øges ved at man eliminerer den hæmmende effekt der kan opstå ved at de tilstødende fingre ikke bringes i fuld fleksion.

Bandagen anlægges 1-3 dage efter operationen med en dorsal skinne, håndleddet i nær neutral stilling (*Kleinert* havde håndleddet i semifleksion) (157), MP-leddene flekteret knap 90 grader, mellem- og yderled strakte. Elastikkerne fastgøres til neglene, føres under en bøjle volart for distale bøjefure i håndfladen og fastgøres herefter volart for håndleddet. Bøjlen er en af de senere modifikationer, som er tilføjet for at bøje yderleddene mere og dermed øge ekskursionen af profundussenen både i forhold til knogle/seneskede, men også i forhold til superficialissenen (32, 155-160).

Et andet problem, der er beskrevet ved metoden, er ekstensionsdefekt primært i fingrenes mellemlid. Det er vigtigt at træne og checke strækkeevnen, og man har i flere protokoller indføjet at fingrene er immobiliseret til skinnen i strakt stilling imellem træningsperioderne og i alle fald om natten (155, 161).

Kleinert et al.: 87% excellente/gode resultater ved zone II-læsioner (4).

Lister, Kleinert et al.: 75% excellente/gode resultater ved zone II-læsioner (8, 157).

Tidlig kontrolleret passiv mobilisering

Denne metode blev først beskrevet af *Duran & Houser* i 1975 (42) og siden også anvendt af *Strickland* (162). Der lægges en dorsal skinne med håndleddet let flekteret, MP-leddene 45 grader flekteret og fingrene strakte. Der udføres øvelser flere gange dagligt, fingrene bevæges passivt i yderled, siden i mellemlid og endelig bøjes fingeren passivt helt sammen så fingerpulpa når håndfladen.

Duran/Houser: 84% excellente/gode resultater ved zone II-læsioner (42).

Strickland et al.: 73% excellente/gode resultater ved zone II-læsioner (162).

Metoden er siden suppleret med aktivt hold (7).

Tidlig aktiv mobilisering

Tre arbejder beskrev i 1989 tidlig aktiv mobilisering (13, 77, 163). En til tre dage efter operationen anlægges en dorsal skinne, håndleddet let flekteret, MP-led bøjet 90 grader og mellemlidene strakte. *Savage* har senere vist at 45 graders bagudbøjning af håndleddet giver den mindste belastning af bøjeseenerne (158). Der startes forsigtige aktive og passive bevægelser, og gradvis øges bevægeudslagene, således at der tilstræbes fuldt aktivt bevægeudslag ved bandagefjernelse efter 4-6 uger. Et problem ved denne metode er at undgå at patienten anvender hånden til andet end træningen og dermed forårsager ruptur af senen; dette er i en serie forsøgt forhindret ved at lægge »låg« over fingrene, således at der ikke umiddelbart kan holdes genstande i håndfladen (11).

Savage: 70% excellente/gode resultater ved zone II-læsioner (77).

Cullen: 77% excellente/gode resultater ved zone II-læsioner (163).

Small: 77% excellente/gode resultater ved zone II-læsioner (13).

Elliot: 79% excellente/gode resultater ved zone II-læsioner (11).

Lim-Tsai: 81% excellente/gode resultater ved zone II-læsioner (103).

Moiemen NS: 55-67% excellente/gode resultater ved zone I-læsioner (164).

Kombinationer

Silfverskiöld & May beskriver i deres artikel fra 1994 (165, 166) en kombination af passiv og »aktive hold«. De anlagde en dorsal skinne ud til PIP-leddene med MP-leddene bøjet 50-70 grader. Kleinert-træk på de fire ulnare fingre over en barre distalt i håndfladen.

Hver anden time bøjes passivt og strækkes aktivt ti gange, herefter presser den raske hånd fingerspidserne til håndfladen, og i den position udføres to aktive bøjeforsøg/muskelsammmentrækninger.

Silfverskiöld & May: 96% excellente/gode resultater ved zone II-læsioner (165).

Der eksisterer to undersøgelser som sammenligner Kleinert-træk og aktiv mobilisering.

Bainbridge et al (167) præsenterer to konsekutive serier, men desværre anvendes der ikke en distal barre ved den passive mobilisering, hvilket nok forklarer noget af den store forskel de fandt. De præsenterede 54% excellente/gode resultater med Kleinert-træk ved zone II-læsioner, imod 94% ved aktiv mobilisering efter *Smalls* protokol.

Baktir et al (168) finder i to (formentlig) konsekutive serier 78% excellente/gode resultater ved zone II-læsioner behandlet med Kleinert-træk med barre imod 85% ved aktiv mobilisering efter *Cullens* protokol.

Peck et al (10) finder det modsatte forhold med 84% excellente/gode ved en modificeret Kleinert-protokol imod 69% ved kontrolleret aktiv bevægelse. Årsagen til denne forskel var en rupturfrekvens på 46% i den aktive gruppe imod 8% i Kleinert-gruppen.

Risikoen for ruptur er den væsentligste indvending imod de mere aktive mobiliseringsprotokoller, men generelt har rupturfrekvensen i disse serier ligget på 5-7% (6, 155, 165, 167, 168).

Flexor pollicis longus

Der er rapporteret resultater for behandlingen af FPL-læsioner med brug af flere efterbehandlingsteknikker. Antallet af patienter, der er indgået i disse serier, har imidlertid været begrænset. Det er alment anerkendt at det er mere problematisk at behandle disse skader end tilsvarende læsioner på fingrene. Såfremt der ikke foretages primær sutur af senen, kan det være vanskeligt at sy senen uden betydelig stramning med deraf følgende øget risiko for ruptur.

Percival fandt at 44% af patienterne behandlet med immobilisering havde gode/excellente resultater (vurderet med Whites scoringssystem), sammenlignet med 60% af de patienter der blev behandlet efter Kleinert-metoden (169). I

andre studier med brug af Kleinert-mobilisering har man opnået en gennemsnitlig bevægelighed i IP-leddet på 35° (170) respektive 71% af den normale bevægelighed i IP-leddet (171). Tidlig aktiv mobilisering beskrives af *Sirotakova*, med flere variationer af suturteknik og skinnebehandling (172).

76% gode/excellente resultater (White)-rupturfrekvens: 8%.

7.0 KOMPLIKATIONER

7.1 Postoperativ ruptur

Ruptur af en sutureret flexorsene i efterbehandlingsforløbet er en alvorlig og ressourcekrævende komplikation. Ophør af aktiv fleksion kan skyldes adhærencedannelse, alternativt en seneruptur.

Det kan være svært klinisk at skelne mellem disse to tilstande. Nogle forfattere anvender rutinemæssigt ståltråds-markører i senerne (20, 31, 32). Afstanden mellem trådene opmåles peroperativt.

En senere røntgenundersøgelse af fingeren kan afsløre om der er tilkommet en glidning mellem markørerne som tegn på en ruptur. MR-scanning og ultralydsundersøgelse er andre diagnostiske muligheder (173).

Der synes ikke at være en direkte relation mellem rupturfrekvensen og styrken af suturen. Der er mange årsager til en ruptur; den hyppigste er formodentlig manglende forståelse hos patienten for vigtighed af den postoperative aflastning. *Harris* har analyseret årsagerne til rupturer i et stort patientmateriale (174). Den samlede rupturfrekvens var lav (4%) og kunne for halvdelen af patienterne forklares som en »act of stupidity«. Årsager som dårlig suturteknik og inferior supervision under efterbehandlingen må dog også tages i betragtning. Det er en klinisk erfaring at rupturrisikoen er størst hos de patienter som hurtig opnår god bevægelighed af fingeren (167) – måske en indikation på en reduceret tendens til adhærencedannelse og evt. en mere langsom heling af senen.

Eksempler på rupturfrekvenser:

Kessler/Kirchmayr/Tajima-sutur + epitenon-sutur, tidlig aktiv mobilisering:

Elliott: 5,8% (FLP, 16,6%) (11).

Modificeret Kessler-sutur + epitenon-sutur, tidlig aktiv mobilisering:

Peck: 46% (10).

Bainbridge: 7,5% (167).

Small: 9,4% (13).

Modificeret Kessler-sutur + epitenon-sutur, Kleinert-stræk:

Peck: 7,7% (10).

Bainbridge: 3,5% (167).

Silfverskiöld: 3% (7).

Modificeret Kessler-sutur + Halsted:

Kitsis: 5,7% (175).

Dobbelt loop-teknik:

Lee: 9% (104).

6-strengt suturteknik + tidlig aktiv mobilisering:

Savage: 4% (77).

Sandow: 0% (102).

6-strengt suturteknik +

kombineret aktiv/passiv mobilisering:

Lim: 3% (103).

4-strengt, Indiana-teknik + epitenon,

specielt mobiliseringsprogram

Strickland: 6,8% (98).

Behandlingen af rupturen består i umiddelbar resuturering med samme teknikker som tidligere beskrevet. Såfremt rupturen først diagnosticeres efter flere uger, gælder de samme overvejelser som efter en primær skade.

7.2 Adhæreencer

Indikation for tenolyse

Indikationen for tenolyse af en flexorsene efter forudgående læsion er naturligvis en mistænkt adhærencedannelse som kompromitterer senens fri glidning, og dermed den aktive fingerfleksion. Differentialdiagnosen er en seneruptur, med en behandling der i høj grad afviger fra tenolysen. Det er derfor af stor værdi at man præoperativt, ved hjælp af den kliniske undersøgelse eller billeddiagnostiske procedurer, har udelukket en ruptur med evt. senecallus i defekten. Objektivt findes ved undersøgelsen en passiv bevægelighed som i betydelig grad overstiger den aktive. Følgende punkter må tages i betragtning inden operationen (176-178):

- Patienten skal være motiveret for indgrebet og specielt den efterfølgende træning, der stiller store krav til aktiv medvirken. Børn under ti år kan ikke med sikkerhed engageres i tilstrækkelig grad.
- Den passive bevægelighed af fingeren skal være normal inden operationen.
- Den inflammatoriske reaktion, inkluderende hævelsestendens, skal være overstået efter det primære indgreb. Huden skal være uden sår, og arvævnet blødt.
- Flexormusklen må være i stand til at levere den nødvendige kraft. Dette krav er frem for alt aktuelt ved skader af ældre dato samt hos patienter med høje nervelesioner.
- Kuldefølsomhed og ophævet sensibilitet kompromitterer i høj grad fingerfunktionen, og resultatet efter en tenolyse er ofte skuffende.

Timing

Der kan ikke, baseret på litteraturen, gives et entydigt svar på hvornår det er optimalt at udføre tenolysen. Der er enighed om at man normalt bør vente mindst 3 måneder efter den primære operation (170, 179). Flere vælger at vente yderligere 3-6 måneder for at sikre at man har opnået det fulde udbytte af træningen, og at de biologiske helingsprocesser efter sutureringen er ophørt.

Operationen

Inden indgrebet må kirurgen forholde sig til de anæstesiolo-

giske muligheder. Den bedste opfattelse af operationens resultat nås ved patientens aktive medvirken peroperativt. Denne bedes om at flektre fingeren, efter at senen er løsnet, hvorefter behovet for yderligere tiltag umiddelbart kan vurderes. En sådan metode kan kun anvendes ved brug af et lokalt ledningsblok. Da operationen foregår i blodtomt felt, vil et aktivt muskelarbejde medføre iskæmismarter, og efter en kort periode vil kraften reduceres på grund af smerteinhibering. Såfremt de peroperative fund ikke tillader en simpel tenolyse, men i stedet dikterer en mere opfattende rekonstruktion, må anæstesen udvides. Med axillarisblokada eller generel anæstesi er der ingen smerteproblematik, men muligheden for ovennævnte kontrol er ikke til stede. Senens glidning må da bedømmes ved et træk, appliceret proksimalt for adhærensens.

Incisionen er beskrevet i et tidligere afsnit, oftest anvendes en zigzag-incision ad modum Bruner. Som ved den primære operation skal *pulley*-systemet respekteres, specielt de annulære dele. Det operative traume disponerer til yderligere adhærencedannelse efter indgrebet hvorfor atraumatisk teknik er en nødvendighed. Senen opsøges proksimalt for det arrede område og løsnes derefter i distal retning (179). Vinculae bør om muligt spares. Artroskopiknive eller specielle tenolyseknive kan være til stor hjælp i svært tilgængelige områder under en intakt seneskede. Hvis *pulley*-systemet ikke er tilstrækkeligt intakt eller ikke kan bevares under tenolysen (det gælder specielt A2 og A4), må operatøren forholde sig til om der skal foretages en tottrins rekonstruktion eller om der med det samme kan laves en *pulley*-rekonstruktion. Sidstnævnte er en mulighed ved mindre defekter og kræver i så fald en stærk forankring af graften (180).

Ved anlæggelse af forbindingen må der tages hensyn til at mobiliseringen skal påbegyndes tidligt.

Postoperativ behandling

Ødemprofylaksen er af stor vigtighed da den postoperative hævelse kompromitterer den aktive fingerfleksion. Terapien bør påbegyndes inden for det (de) første døgn, hvorfor det er hensigtsmæssigt at foretage operationen i begyndelsen af ugen, så patienten er i gang med forløbet inden weekenden.

Hvis behandlingen skal være optimal, kræves medvirken af en erfaren ergoterapeut på dette område, og det er en fordel, hvis medkommende har trænet samme patient inden operationen. Efter en rekonstruktion af *pulley* kræves ofte specielle tiltag i form af bandagering eller en ring.

Foucher tilråder at fingrene bandageres i fleksion efter operationen så primære adhærensens af senen sker med denne i proksimal migreret position. Efter få dage ekstenderes fingeren i lokalbedøvelse, ofte med krepitation når adhærensens brydes (180).

7.3 Øvrige komplikationer

Smarter er et naturligt fænomen ved tidlig mobilisering og skyldes ofte at suturerne sidder fast i forbindingen eller forekomst af sårskorper. Hævelse af den engagerede finger kan på lignende vis kompromittere mobiliseringen. Såfremt der ikke er en udtalt inflammatorisk reaktion, bør ingen af disse symptomer hindre træningen.

Enkelte patienter har »svært ved at finde profundus-musklen«, og dermed opnås ikke tilfredsstillende mobilisering af det distale interfalangealled. Den passive bevægelighed er som regel god og tilstanden muligvis en konsekvens af smerteinhibering.

Ekstensionsdefekter kan optræde på flere stadier under mobiliseringsprogrammet. Efter 6-8 uger kan der relativt hurtigt tilkomme fleksionskontrakturer som uden behandling fikseres. Selv efter 3 måneder kan kontrakturer udvikles. Uanset tidspunktet kræves resolut behandling i form af skinneapplikation og tæt kontrol/træning hos terapeuterne.

Konsekvenserne af et insufficiant *pulley*-system er omtalt tidligere i rapporten.

Suturering i zone II kan forårsage at det voluminøse suturområde på senen ikke kan glide i seneskeden. Resultatet kan være et springfingerfænomen som i sjældne tilfælde kan nødvendiggøre en sekundær operation.

8.0 KONKURRERENDE LÆSIONER

Digitalnervelæsioner ses ofte samtidig med flexorsenelæsioner på fingrene. Nerverne skal naturligvis sutureres, men efterbehandlingen dikteres udelukkende af den ledsagende senelæsion. Immobilisering er således ikke aktuel hos voksne.

Ved læsioner, hvor der foreligger en eller flere frakturer samtidig med en flexorsenelæsion, er tidlig mobilisering stadig den eneste farbare vej såfremt man skal gøre sig håb om fremtidig aktiv bevægelighed. Frakturen må derfor stabiliseres operativt, og efterbehandlingen tilpasses de aktuelle forhold.

Huddefekter udgør, som isoleret fænomen, ingen kontraindikation mod tidlig mobilisering. Om muligt bør senen dækkes af med en lokal hudlap, alternativt må såret granulere og huddækkes sekundært. Risikoen for udvikling af en fleksionskontraktur er dog ikke ubetydelig og indikerer ofte ortosebehandling i længere tid end sædvanligt. Hvis senen er blotlagt i bunden af såret øges infektionsrisikoen, og antibiotikaproylaks er påkrævet. Det er essentielt for resultatet at senen dækkes af bløddele.

9.0 REKONSTRUKTION

Fri senetransplantation var tidligere det hyppigste indgreb ved bøjesevelæsioner (2), men nu er denne operation reserveret for rekonstruktionsprocedurer. Der kan være tale om oversete læsioner eller følger efter mislykket sene kirurgi. Afhængig af læsionens art kan der foretages senetransplantation ved det primære indgreb, men i tilfælde med betydelig arvævsvækkelse og/eller destruktions af *pulley*-systemet er det tilrådeligt at udføre rekonstruktionen i to stadier ad modum Hunter. Man kan således ikke før en operation med sikkerhed afgøre, om det er muligt at udføre en primær rekonstruktion, eller der skal udføres en 2-stadie operation, så det er vigtigt at forberede patienten på begge muligheder.

9.1 Fri senetransplantation

Betingelserne for at foretage en primær fri senetransplantation er, at der er beskedne arvævsforandringer og at seneskeden er delvis bevaret, specielt A2 og A4 *pulley* (181). Hvis

superficialissenen er uskadte bør denne så vidt muligt efterlades. Hvis begge sener er læderet, skal man kun indsætte en sene-graft til profundussenen.

Som graft bruges palmaris longus-senen som findes hos 85% af befolkningen, alternativt plantarissenen eller en tå-ekstensorsene (sidstnævnte anvendes især hos børn). Palmaris longus-senen er hos voksne cirka 16 cm lang; med en plantarissenen eller en tå-ekstensorsene kan man opnå den dobbelte længde (32 cm) (182).

Efter senen er høstet trækkes den igennem seneskeden/*pulley*-systemet. Senen fæstes først distalt, hvor knoglen på distale phalanx denuderes, og senen fikseres over dette område, fx med en klassisk pull-out wire igennem neglen eller igennem fingerspidsen (traditionelt anvendes en ståltråd, men alternativt kan anvendes en 2-0 monofil-nylon sutur). Yderligere suturer placeres til resterne af den oprindelige profundus-insertion. Senen indflettes typisk proksimalt for karpaltunnelen. Indfletning i håndfladen kan anvendes, hvis man er sikker på senen glider frit, specielt med hensyn til indløbet i A1 *pulley*. Inden indfletningen foretages, sikrer man sig, at der er en ekskursion på senen af størrelsesordenen 3 cm. Hvis dette ikke kan opnås (især ved gamle læsioner), må man overveje at indflette graften i nabofingerens profundussene. Indfletningen foretages ad modum Pulvertaft og tilpasses med en »fiskemund« i den nedre del af anastomosen. Inden man sætter den første sutur i indfletningen, skal tonus på senen justeres; her er det en fordel at huden på fingeren er sutureret, og fingeren indstilles med en lidt øget tonus sammenlignet med nabofingrene.

Efterbehandlingen ved primær fri-sene følger de samme principper som ved direkte senesutur dvs. en form for tidlig aktiv mobilisering (183, 184).

9.2 2-stadie rekonstruktion (Hunter I + II)

2-stadie rekonstruktionen anvendes hvis der er betydelige arvævsområder hvor senen skal løbe eller hvis der er behov for *pulley*-rekonstruktion (se nedenfor) (185-187).

Den første del af indgrebet (Hunter I) er som nævnt ved den primære frie-sene med revision og excision og adhærens/arvæv. I stedet for at gå videre med indsættelse af et senetransplantat indlægges en silikone sene-stav som føres igennem det der er tilbage af seneskeden og fastgøres distalt ved profundus-insertionen. Proksimalt i håndledsniveau lægges silikonestaven på den sene som er læderet og videre op på den tilhørende muskelbug; her skal staven kunne glide frit og sutureres derfor ikke. Huden lukkes, og ideen er nu at silikonestaven indkapsles i væv således at der dannes en ny seneskede.

Den anden del af indgrebet (Hunter II) udføres 8-10 uger senere; i perioden imellem operationerne trænes den passive bevægelighed intensivt. Ved Hunter II-operationen åbnes distalt svarende til profundusinsertionen og proksimalt over håndledet; disse to steder frilægges silikonestaven, den proksimale del af staven trækkes frem og hertil fastgøres man den høstede senegraft (palmaris longus-senen er lige det korteste til dette formål). Graften trækkes forsigtigt igennem den nydannede seneskede ved at trække silikonestaven ud distalt. Det videre forløb er som ved den primære frie

sene: suturering distalt, lukke hud på fingeren, justere tonus og endelig indfletning proksimalt. Efterbehandling som ved primær senesutur.

9.3 Pulley-rekonstruktion

Rekonstruktion af *pulley* er især aktuelt ved rekonstruktion af bøjeseener og da i forbindelse med en Hunter I-operation. Dog kan man rekonstruere enkelte *pulley* i forbindelse med primær senesutur.

Der er tale om ganske besværlige teknikker. *Weilby* har beskrevet en teknik hvor man væver en helt smal senetrimmel skiftevis ind i siderne på resterne af *pulley*-systemet (188). En anden metode er at trække et stykke sene eller ekstensor-retinakel rundt om knoglen dvs. profund for strækkeapparatet og på den måde danne nogle nye *pulleys* (189, 190).

9.4 Alternative rekonstruktioner

De ovenfor beskrevne indgreb er temmelig krævende også for patienten som skal være indstillet på at gennemgå to procedurer. Derfor skal patienterne være velorienterede og indstillet på behandlingens omfang.

Der findes nogle mindre krævende behandlingsmuligheder som man må overveje hos patienter som vil have svært ved at affinde sig med de nævnte behandlingsprincipper.

Artrodese/tenodese af yderleddet ved isolerede læsioner af profundussenen er sikre og ukomplicerede behandlinger, som stabiliserer grebfunctonen med et moderat funktions-tab.

En anden mulighed er at flytte en superficialissene, typisk fra 4.-fingeren til tommelfingeren; dette er også et mindre krævende indgreb, men koster selvfølgelig nogen grebstyrke.

Såfremt en finger har fået foretaget senetransplantation hvor den distale sutur ikke holder, kan senen renses på phalanx intermedius med samtidig artrodese af det distale interfalangealled = superficialisfinger.

Risikoen for stenoser og postoperativ infektion er omtalt tidligere.

10.0 VURDERING AF RESULTATER

Resultaterne efter flexorsenekirurgi præsenteres oftest i form af den opnåede totale aktive bevægelighed (*total active motion* = TAM) samt rupturfrekvensen. Andre parametre som kraftudvikling og patienttilfredshed angives ikke lige så ofte. Der findes en række scoringssystemer hvoraf nogle er angivet nedenfor.

Stricklands kriterier (191):

Metoden inddrager ikke bevægeligheden i MCP-leddene. Resultatet angives som en procentdel af den normale PIP- og DIP-leds bevægelighed med fire klasser: excellent, god, tilfredsstillende og dårlig.

Buck-Gramcko (192):

Denne metode registrerer den samlede fingerbevægelighed, pulpa-vola-afstand og ekstensionsdefekter. Klasserne er de samme fire som i ovenstående.

White (193):

De fire graderinger baseres på TAM udregnet som summen af de tre leds aktive fleksion minus ekstensionsdefekten, samt pulpa-vola-afstanden.

Andre metoder:

Boyes (194), ASSH (112).

11.0 LITTERATUR

- Adamson JE, Wilson JN. The history of flexor tendon grafting. *J Bone Joint Surg* 1961; 43A 5: 709-16.
- Bunnell S. Repair of the tendons in the fingers and description of two new instruments. *Surgery, Gynecology and Obstetrics* 1918; 26: 103-10.
- Verdan C. Primary repair of flexor tendons. *J Bone Joint Surg* 1960; 42A(4): 647-56.
- Kleinert HE et al. Primary repair of lacerated flexor tendon in "No Man's Land". *J Bone Joint Surg* 1967; 49A: 577.
- Kleinert HE, Spokevicius KYS, NH Papas. History of flexor tendon repair. *J Hand Surg* 1995; 20A, part 2: S46-50.
- Strickland JW. Development of flexor tendon surgery: Twenty-five years of progress. *J Hand Surg* 2000; 25A: 214-35.
- Silfverskiöld KL. Towards better results after flexor tendon repair in the hand. Göteborg: Sahlgren Hospital, University of Göteborg, 1993.
- Lister GD, Kleinert HE, Kutz JE, Atasoy E. Primary flexor tendon repair followed by immediate controlled mobilization. *J Hand Surg* 1977; 2: 441-51.
- Earley MJ, Milward TM. The primary repair of digital flexor tendons. *Br J Plast Surg* 1982; 35: 133-9.
- Peck FH, Bücher CA, Watson JS, Roe A. A comparative study of two methods of controlled mobilization of flexor tendon repairs in zone II. *J Hand Surg* 1998; 23B: 41-5.
- Elliot D, Moiemmen NS, Flemming AFS, Harris SB, Foster AJ. The rupture rate of acute flexor tendon repairs mobilized by the controlled active motion regimen. *J Hand Surg* 1994; 19B: 607-12.
- Chow JA, Thomes LJ, Dovel S, Monsivais J. Controlled motion rehabilitation after flexor tendon repair and grafting. *J Bone Joint Surg* 1988; 70B: 591-5.
- Small JO, Brennen MD, Colville J. Early active mobilization following flexor tendon repair in zone II. *J Hand Surg* 1989; 14B: 383-91.
- Schenck RR, Lenhart DE. Results of zone II flexor tendon lacerations in civilians treated by the Washington regimen. *J Hand Surg* 1996; 21A: 984-7.
- Højlund AP. Tidlig mobilisering af primært suturerede flexorsener. *Ugeskr for Læger* 1986; 148: 1020-2.
- Adolfsson L, Söderberg G, Larsson M, Karlander LE. The effects of a shortened postoperative mobilization programme after flexor tendon repair in zone II. *J Hand Surg* 1996; 21B: 67-71.
- Karlander LE, Berggren M, Larsson M, Söderberg G, Nylander G. Improved results in zone II flexor tendon injuries with a modified technique of immediate controlled mobilization. *J Hand Surg* 1993; 18B: 26-30.
- Haugstved JR, Reigstad A. Behandlingsrutiner ved boyesenekader i handen. Resultat av en spørreundersøkelse. *Tidsskr Nor Laegeforen* 1993; 113: 2394-6.
- Wehbe MA, Hunter JM. Flexor tendon gliding in the hand. Part I: In vitro excursions. *J Hand Surg* 1985; 10A: 570-4.
- Silfverskiöld KL, May EJ, Törnvall AH. Flexor digitorum profundus tendon excursions during controlled motion after flexor tendon repairs in zone II: A prospective clinical study. *J Hand Surg* 1992; 17A: 122-31.
- Lundborg G, Rank F. Experimental intrinsic healing of flexor tendons, based upon synovial fluid nutrition. *J Hand Surg* 1978; 3: 21-31.
- Lundborg G. Experimental flexor tendon healing without adhesion formation - a new concept of tendon nutrition and intrinsic healing mechanisms. *J Hand Surg* 1978; 8: 235-8.
- Lundborg G, Rank F. Tendon healing: Intrinsic Mechanisms. Hunter JM, Schneider LH, Mackin EJ. *Tendon surgery in the hand*. St. Louis, C.V. Mosby 1987: 54-60.
- Lundborg G, Rank F, Heinau B. Intrinsic healing: A new experimental model. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1985; 19: 113-7.
- Gelberman R, Manske PR. Effects of early motion on the tendon healing process: Experimental studies. Hunter JM, Schneider LH, Mackin EJ. *Tendon surgery in the hand*. St. Louis, C.V. Mosby 1987; 170-7.
- Mass DP, Tuel RJ. Intrinsic healing of the laceration site in human superficialis flexor tendons in vitro. *J Hand Surg* 1999; 16A: 24-30.
- Gelberman R, Vandeberg JS, Manske PR. The early stages of flexor tendon healing: a morphologic study of the first fourteen days. *J Hand Surg* 1985; 10A: 776-84.
- Kahn U, Edwards CW, McGrouther DA. Patterns of cellular activation after tendon injury. *J Hand Surg* 1996; 21B: 813-20.
- Linsay W, Thompson H, Walker F. An experimental study. Part II. The significance of a gap occurring at the line of suture. *Br J Plast Surg* 1960; 13: 1-9.
- Seradge H. Elongation of the repair configuration following flexor tendon repair. *J Hand Surg* 1983; 8: 182-5.
- Ejeskär A. and Irstam L. Elongation in profundus tendon repair. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1981; 15: 61-8.
- Hagberg L, Selvik G. Tendon excursion and dehiscence during early controlled mobilization after flexor tendon repair in zone II: an x-ray stereophotogrammetric analysis. *J Hand Surg* 1991; 16A: 669-80.
- Manske PR. Flexor tendon healing. *J Hand Surg* 1988; 13B: 237-45.
- McGrouther DA. Flexor tendon excursions in "no-man's land". *Hand* 1981; 13: 129-41.
- Horii E, Lin GT, Cooney WP, Linscheid RL. Comparative flexor tendon excursions after passive mobilization: An in vitro study. *J Hand Surg* 1991; 17A: 559-66.
- Kubota H, Manske PR, Aoki M, Pruitt DL, Larson B. Effect of motion and tension on injured flexor tendons in chickens. *J Hand Surg* 1996; 21A: 456-63.
- Tanaka H, Manske PR, Pruitt DL, Larson B. Effect of cyclic tension on lacerated flexor tendons in vitro. *J Hand Surg* 1995; 20A: 467-73.
- Gelberman R, Amifl D, Gonsalves M, Woo S, Akeson WH. The influence of protected passive mobilization on the healing of flexor tendons: a biochemical and microangiographic study. *Hand* 1981; 13: 120-8.
- Wang ED. Tendon repair. *J Hand Ther* 1998; 11: 105-10.
- Duffy FJ, Seiler JG, Gelberman R, Hergrueter CA. Growth factors and canine flexor tendon healing: initial studies in uninjured and repair models. *J Hand Surg* 1995; 20A: 645-9.
- Abrahamsson SO, Lohmander S. Differential effects of insulin-like growth factor-I on matrix and DNA synthesis in various regions and types of rabbit tendons. *J Orthop Res* 1996; 14: 370-6.
- Duran RJ, Houser RG. Controlled passive motion following flexor tendon repair in zone 2 and 3. Hunter J.M. and Schneider L.H. In: *AAOS symposium on tendon surgery in the hand*. St. Louis, C.V. Mosby 1975; 105-14.
- Hanff G, Abrahamsson SO. Cellular activity in e-PTFE reconstructed pulleys and adjacent regions of deep flexor tendons. An experimental biochemical study in rabbits. *J Hand Surg* 1996; 21B: 419-23.
- Peterson WW, Manske PR, Dunlap J, Horwitz DS, Kahn B. Effect of various methods of restoring flexor tendon sheath integrity on the formation of adhesions after tendon injury. *J Hand Surg* 1990; 15A: 48-56.
- Kulic MI, Smith HS, Hadler K. Oral ibuprofen: Evaluation of its effect on peritendinous adhesions and the breaking strength of a tenorrhaphy. *J Hand Surg* 1986; 11A: 110-20.
- Szabo RM, Younger E. Effect of indomethacin on adhesion formation after repair of zone II tendon lacerations in the rabbit. *J Hand Surg* 1990; 15A: 480-3.
- Amiel D, Ishizue K, Billings E, Wiig M. Hyaluronan in flexor tendon repair. *J Hand Surg* 1989; 14A: 837-43.
- Hagberg L. Exogenous hyaluronate as an adjunct in the prevention of adhesions after flexor tendon surgery: A controlled trial. *J Hand Surg* 1992; 17A: 132-6.
- Nessler JP, Mass DP. Direct-current electrical stimulation of tendon healing in vitro. *Clin Orthop* 1987; 217: 303-12.
- Fujita M, Hukuda S, Doida Y. The effect of constant direct electrical current on intrinsic healing in the flexor tendon in vitro. *J Hand Surg* 1992; 17B: 94-8.
- Greenough CG. The effect of pulsed electromagnetic fields on flexor tendon healing in the rabbit. *J Hand Surg* 1996; 21B: 808-12.
- Gan BS, Huys S, Sherebrin MH, Scilley CG. The effects of ultrasound treatment on flexor tendon healing in the chicken limb. *J Hand Surg* 1995; 20B: 809-14.
- Boyes JH, Wilson JN, Smith JW. Flexor-tendon ruptures in the forearm and hand. *J Bone Joint Surg* 1960; 42A: 637-46.
- Naam NH, Effingham. Intratendinous rupture of the flexor digitorum profundus in zones II and III. *J Hand Surg* 1995; 20A: 478-83.
- Leddy JP. Flexor tendon - acute injuries. Green D.P. *Operative hand surgery*. 3rd., 1823-1851. 1993. New York, Churchill Livingstone.
- Smith J.H. Avulsion of the profundus tendon with simultaneous intra-articular fracture of the distal phalanx: Case report. *J Hand Surg* 1981; 6: 600.
- Stern JD, Mitra A, Spears J. Isolated avulsion of the flexor digitorum superficialis tendon. *J Hand Surg* 1995; 20A: 642-4.
- Crosby EB, Linscheid RL. Rupture of the flexor profundus tendon of the ringfinger secondary to ancient fracture of the hamate: review of the literature and report of two cases. *J Bone Joint Surg* 1974; 56: 1076-8.
- Mannerfelt N, Norman O. Attrition ruptures of flexor tendons in rheum-

- atoid arthritis caused by bony spurs in the carpal tunnel. *J Bone Joint Surg* 1969; 51B: 270-7.
60. Ferlic DC. Rheumatoid flexor tenosynovitis and rupture. *Hand Clin* 1996; 12: 561-72.
 61. Bickel KD. Flexor pollicis longus tendon rupture after corticosteroid injection. *J Hand Surg* 1995; 21A: 276-7.
 62. Vaz FM, Belcher JCR. Rupture of the tendon of flexor digitorum profundus in association with an endochondroma of the terminal phalanx. *J Hand Surg* 1998; 23B: 548-9.
 63. Erdmann MWH. A new diagnostic test. *Ann R Coll Surg Engl* 1995; 77: 138.
 64. Jensen NO. Nervus interosseus anterior. *Ugeskr Læger* 1981; 143: 1161-3.
 65. Scott JR, Cobby M, Taggart I. Magnetic resonance imaging of acute tendon injury in the finger. *J Hand Surg* 1995; 20B: 286-8.
 66. Matloub HS, Dzierzynski WW, Erickson S. Magnetic resonance imaging scanning in the diagnosis of zone II flexor tendon rupture. *J Hand Surg* 1996; 21A: 451-5.
 67. Drape JL, Silbermann O, Houvet P, Dubert T. Complications of flexor tendon repair in the hand: MR imaging assessment. *Radiology* 1996; 198: 219-24.
 68. Trail IA, Powell ES, Noble J. An evaluation of suture materials used in tendon surgery. *J Hand Surg* 1989; 14B: 422-7.
 69. Mashadi ZB, Amis AA. Variation of holding strength of synthetic absorbable flexor tendon sutures with time. *J Hand Surg* 1992; 17B: 278-81.
 70. O'Broin ES, Earley MJ, Smyth H, Hooper CB. Absorbable sutures in tendon repair. *J Hand Surg* 1993; 20B: 505-8.
 71. Urbaniak JD, Cahill JD, Mortenson RA. Tendon suturing methods: Analysis of tensile strength. Hunter JM, Schneider LH. Symposium on tendon surgery in the hand. St. Louis, C.V. Mosby 1975; 70-80.
 72. Silfverskiöld KL, Andersson CH. Two new methods of tendon repair: an in vitro evaluation of tensile strength and gap formation. *J Hand Surg* 1993; 18A: 58-65.
 73. Aoki M, Manske PR, Pruitt DL, Larson B. Tendon repair using flexor tendon splints: An experimental study. *J Hand Surg* 1994; 19A: 984-90.
 74. Aoki M, Manske PR, Pruitt DL, Larson B. Work of flexion after tendon repair with various suture methods. *J Hand Surg* 1995; 20B: 310-3.
 75. Gordon L, Tolar M, Venkateswara KT. Flexor tendon repair using a stainless steel internal anchor. *J Hand Surg* 1998; 23B: 37-40.
 76. Komanduri M, Phillips CS, Mass DP. Tensile strength of flexor tendon repairs in a dynamic cadaver model. *J Hand Surg* 1996; 21A: 605-11.
 77. Savage R, Risitano G. Flexor tendon repair using a "six strand" method of repair and early active mobilization. *J Hand Surg* 1989; 14B: 396-9.
 78. Shaieb MD, Singer DI. Tensile strengths of various suture techniques. *J Hand Surg* 1997; 22B: 764-7.
 79. Savage R. In vitro studies of a new method of flexor tendon repair. *J Hand Surg* 1985; 10B: 135-41.
 80. Thurman RT, Trumble TE, Hanel DP, Tencer AF, Kiser PK. Two-, four-, and six-strand zone II flexor tendon repairs: An in situ biomechanical comparison using a cadaver model. *J Hand Surg* 1998; 23A: 261-5.
 81. Wade PJF, Wetherell RG, Amis AA. Flexor tendon repair: significant gain in strength from the Halsted peripheral suture technique. *J Hand Surg* 1989; 14B: 232-5.
 82. Barmakian JT, Lin H, Green SM, Posner MA, Casar RS. Comparison of a suture technique with the modified Kessler method: resistance to gap formation. *J Hand Surg* 1994; 19A: 777-81.
 83. Diao E, Hariharan JS, Soejima O et al. Effect of peripheral suture depth on strength of tendon repairs. *J Hand Surg* 1996; 21A: 234-9.
 84. Trail IA, Powell ES, Noble J. The mechanical strength of various suture techniques. *J Hand Surg* 1992; 17B: 89-91.
 85. Hatanaka H, Manske PR. Effect of suture size on locking and grasping flexor tendon repair technique. *Clin Orthop* 1999; 375: 267-74.
 86. Mashadi ZB, Amis AA. The effect of locking loops on the repair strength of tendon repair. *J Hand Surg* 1999; 16B: 135-9.
 87. Hotokezaka S, Manske PR. Differences between locking loops and grasping loops: effects on 2-strand core suture. *J Hand Surg* 1997; 22A: 995-1003.
 88. Tang JB, Shi D, Gu YQ et al. Double and multiple looped suture tendon repair. *J Hand Surg* 1994; 19B: 699-703.
 89. Hatanaka H, Manske PR. Effect of the cross-sectional area of locking loops in flexor tendon repair. *J Hand Surg* 1999; 24A: 751-60.
 90. Aoki M, Pruitt DL, Kubota H, Manske PR. Effect of suture knots on tensile strength of repaired canine flexor tendons. *J Hand Surg* 1995; 20B: 72-5.
 91. Pruitt DL, Aoki M, Manske PR. Effect of suture knot location on tensile strength after flexor tendon repair. *J Hand Surg* 1996; 21A: 969-73.
 92. Soejima O, Diao E, Lotz JC, Hariharan JS. Comparative mechanical analysis of dorsal versus palmar placement of core suture for flexor tendon repairs. *J Hand Surg* 1995; 20A: 801-7.
 93. Aoki M, Manske PR, Pruitt DL, Kubota H. Work of flexion after flexor tendon repair according to the placement of sutures. *Clin Orthop* 1995; 320: 205-10.
 94. Stein TS, Ali A, Mass DP, Hamman J. A randomized biomechanical study of zone II human flexor tendon repairs analyzed in an in vitro model. *J Hand Surg* 1998; 23A: 1046-51.
 95. Strickland JW. Flexor tendons - acute injuries. Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC. New York, Churchill Livingstone: Operative handsurgery 4., 1851-1897, 1999.
 96. Evans RB, Thompson DE. The application of force to the healing tendon. *J Hand Ther* 1993; 6: 266-84.
 97. Schuind F, Garcia EM, Cooney WP, An KN. Flexor tendon forces: In vivo measurements. *J Hand Surg* 1992; 17A: 291-8.
 98. Strickland JW. The Indiana method of flexor tendon repair. Taras JS, Schneider LH. Atlas of the hand clinics 77-103, 1996. Philadelphia, WB Saunders.
 99. Kessler I. The grasping technique for tendon repair. *Hand* 1973; 5: 253-5.
 100. Taras JS, Skahan JR, Raphael JS. The double-grasping and cross-stitch for acute flexor tendon repair. Taras JS, Schneider LH. Atlas of the hand clinics 13-28, 1996. Philadelphia, W.B. Saunders.
 101. McLarney E, Hoffman H, Wolfe SW. Biomechanical analysis of the cruciate four-strand flexor tendon repair. *J Hand Surg* 1999; 24A: 295-301.
 102. Sandow MJ, McMahon MM. Single-cross grasp six-strand repair for acute flexor tenorrhaphy. Taras JS, Schneider LH. Atlas of the hand clinics 41-64, 1996. Philadelphia, WB Saunders.
 103. Lim BH, Tsai T. The six-strand technique for flexor tendon repair. Taras JS, Schneider LH. Atlas of the hand clinics 65-76, 1996. Philadelphia, WB Saunders.
 104. Lee H. Double loop locking suture: A technique of tendon repair for early active mobilization. *J Hand Surg* 1990; 15A: 945-52.
 105. Becker H. Eliminating the gap in flexor tendon surgery. A new method of suture. *Hand* 1977; 9: 306-11.
 106. Greenwald DP, Randolph MA, Hong H, May JW. Augmented Becker versus modified Kessler tenorrhaphy in monkeys: Dynamic mechanical analysis. *J Hand Surg* 1995; 20A: 267-72.
 107. Kubota H, Aoki M, Pruitt DL, Manske PR. Mechanical properties of various circumferential tendon suture techniques. *J Hand Surg* 1996; 21B: 474-80.
 108. Sanders WE. Advantages of "Epitenon first" suture placement technique in flexor tendon repair. *Clin Orthop* 1992; 280: 198-9.
 109. Pappandrea R, Seitz WH, Shapiro P, Borden B. Biomechanical and clinical evaluation of the epitenon-first technique of flexor tendon repair. *J Hand Surg* 1995; 20A: 261-6.
 110. Mashadi ZB, Amis AA. Strength of the suture in the epitenon and within the tendon fibres: development of stronger peripheral suture technique. *J Hand Surg* 1992; 17B: 171-5.
 111. Lin GT, An KN, Amadio PC, Cooney WP. Biomechanical studies of running sutures for flexor tendon repair in dogs. *J Hand Surg* 1988; 13A: 553-8.
 112. Kleiner H.E. and Verdan C. Report of the committee on tendon injuries. *J Hand Surg* 1983; 8A: 794-8.
 113. Strickland JW. Flexor tendon surgery part 1: primary flexor tendon repair. *J Hand Surg* 1989; 14B: 261-72.
 114. Boulas HJ, Strickland JW. Strength and functional recovery following repair of flexor digitorum superficialis in zone II. *J Hand Surg* 1993; 18B: 22-5.
 115. Forward A, Cowan RJ. Tendon suture to bone. *J Bone Joint Surg* 1963; 45A: 807-23.
 116. Bunnell S. Primary repair of severed tendons. The use of stainless steel wire. *Am J Surg* 1940; 47: 502-16.
 117. Guinard D, Montanier D, Thomas D, Corcella D, Moutet F. The Mantero flexor tendon repair in zone I. *J Hand Surg* 1999; 24B: 148-51.
 118. Sood MK, Elliot D. A new technique of attachment of flexor tendons to the distal phalanx without a button tie-over. *J Hand Surg* 1996; 21B: 629-32.
 119. Silva MJ, Hollstien SB, Brodt MD, Boyer MI. Flexor digitorum profundus tendon-to-bone repair: An ex vivo biomechanical analysis of 3 pullout suture techniques. *J Hand Surg* 1998; 23A: 120-6.
 120. Malerich MM, Baird RA, McMaster W, Erikson JM. Permissible limits of flexor digitorum profundus tendon advancement - an anatomic study. *J Hand Surg* 1987; 12A: 30-3.
 121. Verdan C. Syndrome of the Quadriga. *Surg Clin North Am* 1960; 40: 425-6.
 122. Madsen MS, Neumann L, Andersen JA. Profylaktisk penicillinbehandling ved komplicerede sår på hænder og fødder. *Ugeskr Læger* 1998; 160: 273-6.
 123. Stone JF, Davidson JSD. The role of antibiotics and timing of repair in flexor tendon injuries of the hand. *Ann Plast Surg* 1998; 40: 7-13.
 124. Nysten S, Carlsson B. Time factor, infection frequency and quantitative microbiology in hand injuries. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1980; 14: 185-9.
 125. Schneider LH, Hunter JM, Norris TR, Nadesu PD. Delayed flexor tendon repair in no man's land. *J Hand Surg* 1977; 2: 452-5.
 126. Hall RF, Vliegenthart DH. A modified midlateral incision for volar approach to the digit. *J Hand Surg* 1986; 11B: 195-7.

127. Messina A, Messina JC. The direct midlateral approach with lateral enlargement of the pulley system for repair of flexor tendons in fingers. *J Hand Surg* 1996; 21B: 463-8.
128. Doyle JR. Dynamics of the flexor tendon pulley system. Hunter JM, Schneider LH, Mackin EJ. *Tendon surgery in the hand*. St. Louis, C.V. Mosby, 1987; 20-3.
129. Kapandji A. Enlargement plasty of the proximal pulleys. Tubiana R. *Hand*. 191-3, 1988. Philadelphia, WB Saunders.
130. Sourmelis SG, McGrouther DA. Retrieval of the retracted flexor tendon. *J Hand Surg* 1987; 12B: 109-11.
131. Titley OG. A modification of the catheter method for retrieval of divided flexor tendons. *J Hand Surg* 1996; 21B: 391-2.
132. Sadow MJ. A further tendon retrieval trick. *J Hand Surg* 1997; 22A: 125-7.
133. Adeniran A, Babar AZ. A relatively atraumatic method of retrieval retracted digital flexor tendons. *J Hand Surg* 1997; 22A: 122-4.
134. Morris RJ, Mashadi ZB. The use of skin hooks and hypodermic needles in tendon surgery. *J Hand Surg* 1993; 18B: 33-4.
135. Hill B, Wells MD, Pruitt DL. Endoscopic retrieval of severed flexor tendons: a study of technique using cadaveric hands. *Br J Plast Surg* 1997; 38: 446-8.
136. Tang JB, Shi D, Younger E. Biomechanical and histologic evaluation of tendon sheath management. *J Hand Surg* 1996; 21A: 900-8.
137. Oei TS, Klopper PJ, Strickland JW. Reconstruction of the flexor tendon sheath. An experimental study in rabbits. *J Hand Surg* 1996; 21B: 72-83.
138. Esplin VS, Tencer AF, Hanel DP, Cosio MQ. Restoration of function of the thumb flexor apparatus requires repair of the oblique and one adjacent flexor tendon pulley. *J Orthop Res* 1996; 14: 152-6.
139. Kleinert H.E. Commentary on "Should an incompletely lacerated tendon be sutured?" *Plast Reconstr Surg* 1976; 57: 236.
140. Schlenker JD, Lister GD, Kleinert HE. Three complications of untreated partial laceration of flexor tendon - entrapment, rupture, and triggering. *J Hand Surg* 1981; 6: 392-6.
141. Janecki CJ. Triggering of finger caused by flexor-tendon laceration. *J Bone Joint Surg* 1976; 58A: 1174-5.
142. Weeks PM. Invited comment on "Three complications of untreated partial lacerations of flexor tendon - entrapment, rupture, and triggering." *J Hand Surg* 1999; 6: 396-8.
143. McGeorge DD, Stilwell JH. Partial flexor tendon injuries: To repair or not. *J Hand Surg* 1992; 17B: 176-7.
144. Hariharan JS, Diao E, Soejima O, Lotz JC. Partial laceration of human digital flexor tendons: A biomechanical analysis. *J Hand Surg* 1997; 22A: 1011-5.
145. Bishop AT, Cooney WP, Wood MB. Treatment of partial flexor tendon lacerations: The effect of tenorrhaphy and early protected mobilization. *J Trauma* 1986; 26: 301-12.
146. Dobyns RC, Cooney WP, Wood MB. Effects of partial lacerations on canine flexor tendons. *Minn Med* 1982; 65: 27-32.
147. Grewal R, Saw SASC, Bastidas JA et al. Passive and active rehabilitation for partial lacerations of the canine flexor digitorum profundus tendon in zone II. *J Hand Surg* 1999; 24A: 743-50.
148. Berntsson L, Ejeskär A. Zone II flexor tendon repair in children. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1995; 29: 59-64.
149. Grobbelaar AO, Hudson DA. Flexor tendon injuries in children. *J Hand Surg* 1994; 19B: 696-8.
150. Cunningham MW, Yousif NJ, Matloub HS, Sanger JR. retardation of finger growth after injury to the flexor tendons. *J Hand Surg* 1985; 10A: 115-7.
151. Entin MA. Flexor tendon surgery in children. *AAOS Symposium on tendon surgery in the hand*. Philadelphia, C.V. Mosby. 1975; 132-44.
152. O'Connell SJ, Moore MM, Strickland JW, Frazier GT, Dell PC. Results of zone I and zone II flexor tendon repairs in children. *J Hand Surg* 1994; 19A: 48-52.
153. Stahl S, Kaufman T, and Bialik V. Partial lacerations of flexor tendons in children. *J Hand Surg* 1997; 22B: 337-80.
154. Birnie RH, Idler RS. Flexor tenolysis in children. *J Hand Surg* 1995; 20A: 254-7.
155. Wang WW, Grupta A. Early motion after flexor tendon surgery. *Hand Clin* 1996; 12: 43-55.
156. Gelberman R. Flexor tendon healing and restoration of the gliding surface. *J Bone Joint Surg* 1983; 65A: 70-80.
157. Wernitz JR. A new dynamic splint for postoperative treatment of flexor tendon injury. *J Hand Surg* 1989; 14A: 559-66.
158. Savage R. The influence of wrist position on the minimum force required for active movement of the interphalangeal joints. *J Hand Surg* 1988; 13B: 262-8.
159. Cooney WP et al. Improved excursion following flexor tendon repair. *J Hand Ther* 1989; 2: 102-6.
160. Slattery PG, McGrouther DA. A modified Kleinert controlled mobilization splint following flexor tendon repair. *J Hand Surg* 1984; 9B: 217-8.
161. Slattery PG. The modified methods. *J Hand Surg* 2001; 17A: 942-52.
162. Strickland J. Flexor tendon surgery. *J Hand Surg* 1989; 14B: 261-72.
163. Cullen KW et al. Flexor tendon repair in zone 2 followed by controlled active mobilisation. *J Hand Surg* 1989; 14B: 392-5.
164. Moiemens NS, Elliot D. Primary flexor tendon repair in zone 1. *J Hand Surg* 2000; 25B: 78-84.
165. Silfverskiöld KL, May EJ. Flexor tendon repair in zone 2 with a new suture technique and an early mobilization program combining passive and active flexion. *J Hand Surg* 1994; 19A: 53-60.
166. May EJ et al. Controlled mobilization after flexor tendon repair in zone 2: a prospective comparison of three methods. *J Hand Surg* 1992; 17A: 942-52.
167. Bainbridge LC, Robertson C, Gillies D, Elliot D. A comparison of post-operative mobilization of flexor tendon repairs with "passive flexion-active extension" and "controlled active motion" techniques. *J Hand Surg* 1994; 19B: 517-21.
168. Baktier A et al. Flexor tendon repair in zone 2 followed Kleinert splint in zone 2 flexor tendon injuries. *J Hand Surg* 1988; 13B: 273-6.
169. Percival NJ. Flexor pollicis longus tendon repair: a comparison between dynamic and static splintage. *J Hand Surg* 1989; 14B: 412-5.
170. Nunley JA, Levin LS, Devito D et al. Direct end-to-end repair of flexor pollicis longus tendon lacerations. *J Hand Surg* 1992; 17A: 118-21.
171. Noonan KJ, Blair WF. Longterm follow-up of primary flexor pollicis longus tenorrhaphies. *J Hand Surg* 1991; 16A: 651-62.
172. Sirotakova M, Elliot D. Early active mobilization of primary repairs of the flexor pollicis longus tendon. *J Hand Surg* 1999; 24B: 647-53.
173. Calandruccio J, Streichen J. Magnetic resonance imaging for diagnosis of digital flexor tendon rupture after primary repair. *J Hand Surg* 1995; 20B: 289-90.
174. Harris SB, Harris D, Foster AJ, Elliot D. The aetiology of acute rupture of flexor tendon repairs in zone 1 and 2 of the fingers during early mobilization. *J Hand Surg* 1999; 24B: 275-80.
175. Kistis CK, Wade PJF, Krikler SJ, Parsons NK. Controlled active motion following primary flexor tendon repair: A prospective study over 9 years. *J Hand Surg* 1998; 23B: 344-9.
176. Cannon NM. Enhancing flexor tendon glide through tenolysis and hand therapy. *J Hand Ther* 1989; 122-37.
177. Schneider LH. Flexor tendons - late reconstruction. Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC. *Operative handsurgery*. 4: New York, Churchill Livingstone 1999; 1898-1949.
178. Fetrow KO. Tenolysis in the hand and wrist. *J Bone Joint Surg* 1967; 49A: 667-85.
179. Sotereanos DG, Goitz RJ, Mitsionis GJ. Flexor tenolysis. Taras JS, Schneider LH. *Atlas of the hand clinics*. Philadelphia, WB Saunders. 1996; 105-20.
180. Foucher G, Lenoble E, Youssef KB, Sammut D. A postoperative regime after digital flexor tenolysis. *J Hand Surg* 1993; 18B: 35-40.
181. Barton NJ. Experimental study of optimal laceration of flexor tendon pulleys. *Plast Reconstr Surg* 1969; 43: 125-9.
182. Carlson GD et al. Morphologic and biomechanical comparison of tendons used as free grafts. *J Hand Surg* 1993; 18A: 76-82.
183. Tonkin M et al. Post-operative management of flexor tendon grafting. *J Hand Surg* 1988; 13B: 277-81.
184. Ipsen T, Barfred T. Early mobilization after flexor tendon grafting for isolated profundus tendon lesions. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1988; 22: 163-7.
185. Hunter JM, Salisbury RE. Use of gliding artificial implants to produce tendon sheaths. *Plast Reconstr Surg* 1970; 45: 564-72.
186. Schneider LH. Staged flexor tendon reconstruction using the method of Hunter. *Clin Orthop* 1982; 171: 164-71.
187. Wilson et al. Flexor profundus injuries treated with delayed two-staged tendon grafting. *J Hand Surg* 1980; 5: 74-80.
188. Kleinert HE, Bennett JB. Digital pulley reconstruction employing the always present rim of the previous pulley. *J Hand Surg* 1978; 3: 297-8.
189. Lin GT et al. Biomechanical analysis of finger flexor pulley reconstruction. *J Hand Surg* 1989; 14B: 278-82.
190. Lister GD. Reconstruction of pulleys employing extensor retinaculum. *J Hand Surg* 1979; 4: 461-4.
191. Strickland JW, Glogovac SV. Digital function following flexor tendon repair in Zone II: a comparison of immobilization and controlled passive motion techniques. *J Hand Surg* 1980; 5: 537-43.
192. Buck-Gramcko D, Dietrich FE, Gögge S. Evaluation of results in flexor tendon repair. *Handchirurgie* 1976; 8: 65-9.
193. White WL. Secondary restoration of finger flexion by digital tendon grafts: An evaluation of seventy-six cases. *Am J of Surg* 1956; 91: 662-8.
194. Boyes JH. Flexor tendon grafts in the fingers and thumb. An evaluation of end results. *J Bone Joint Surg* 1950; 32A: 489-99.