

# Grepprekonstruktioner genom nerv- och sentransförelingar

**JOHAN BERG** Handkirurg, Med Dr  
**LINA BUNKETORP-KÄLL** Fysioterapeut, Docent.

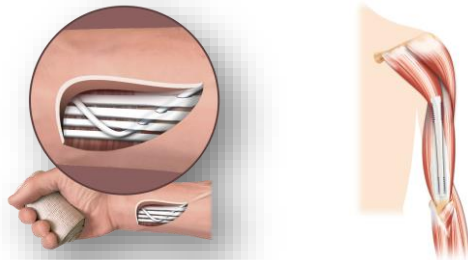
# Upplägg

- Funderingar och frågor från tidigare presentationer?

## TYPER AV KIRURGI



- Nervtransfereringar



- Sentransfereringar (klassiska grepp- och tricepsrekonstruktioner)



- Senförlängningar/  
muskellossningar  
(spasticitetskorrigerande kirurgi)

## Att hålla koll på, vad vill vi veta?

- Mjuka leder-Axel fingrar
- Finns axelmuskler?
- Armbågsböj/sträck?
- Handedsträckning-Är den stark?
- Pro-supination underarm
- ”Röda flaggor”-patientrelaterade orsaker till att avstå kirurgi (psyk, missbruk, compliance etc)
- Allmän medicinskt tillstånd-Cor/pulm etc

## Nyckelmuskler donatorer

- Delotideus- bakre
- Brachioradialis
- Brachialis
- ECRL
- Supinator
- Pronator
- FCR

**ISNCSCI  
VS  
ICSHT**

ISNCSCI	Level of SCI	ICSHT group
Elbow flexors	C5	0-no muscles for transfer
		1-Brachioradialis
Wrist extensors	C6	2-Extensor Carpi Radialis Longus
	C7	3- Extensor Carpi Radialis Brevis
Elbow extensors		4-Pronator Teres
		5-Flexor Carpi Radialis
		6- Extensor Digitorum Communis
Finger flexors	C8	7-Extensor Pollicis Longus
		8-Partial Digital Flexors
		9- Lacks only intrinsic
		x- Exeptions

# Pros and cons

## Nerve transfer

Cons	Pros
Sometimes destroys future possibilities for transfer	Less rehab/splints
Poor results for patients >40 years	Smaller surgery
30 % failure	Can recruit multiple muscles
surgery <12 months	More supple
Weaker	
Scientific documentation	
Takes time for result	

## Tendon transfer

Cons	Pros
More rehab/splints	Stronger
Bigger surgery	Reliable
Stiffer	Well documented
	Fast results

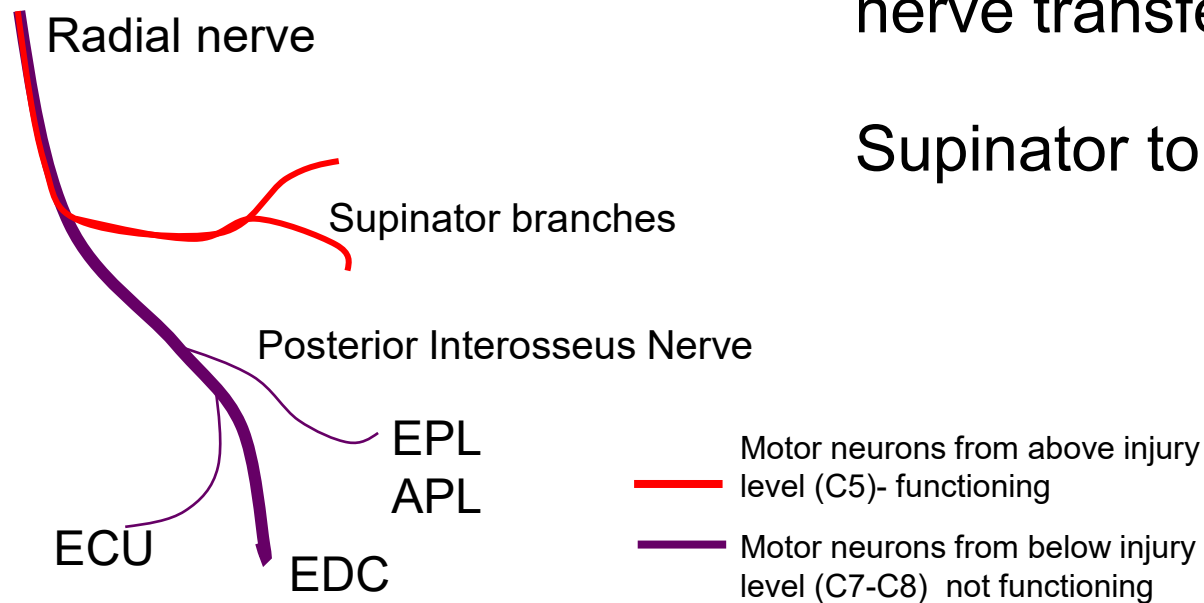
# Kajsa Varg

”Man tager vad man haver”

# Nerve transfer



A nerve branch from a functional muscle is transferred to a denervated muscle

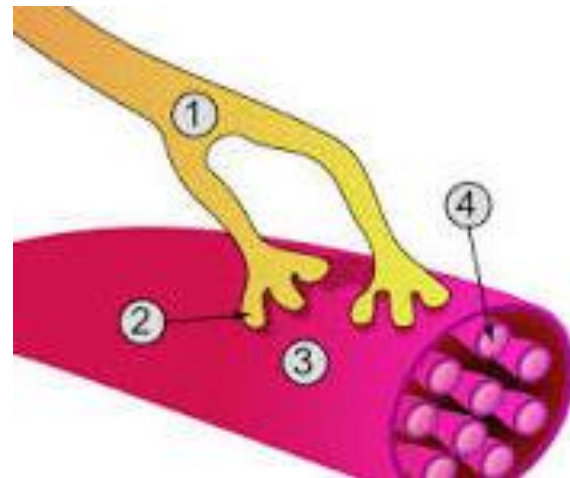


Principles of  
nerve transfer:

Supinator to PIN

# Nervtransfereringar

- Motorändplattor försvinner om nedre motorneuronskada inom 1 år
- Se pat TIDIGT!
- Nerv växer 0,5-1 mm per dag -månader innan funktion





Innerverad, med volontär motor kontroll

Partiellt innerverad

Denerverad

Partiellt innerverad

Innerverad utan volontär motor kontroll

Skadat främre horn =  
Nedre motor neuron  
skada



Innerverad, med volontär motor kontroll

Partiellt innerverad

Denerverad

Partiellt innerverad

Innerverad utan volontär motor kontroll

Skadat främre horn =  
Nedre motor neuron  
skada

TIDSBEROENDE!

INTE TIDSBEROENDE!

# Nervtransfereringar

## Supinator – PIN (S-PIN)

- Fingersträckare
- Tumsträckare
- Tumabduktor
- Ulnar handledssträckare

## S-ECRB

- Handledssträckare

## S-AIN / Pronator Teres(PT)-AIN

- Fingerböjare
- Tumböjare

## PT-FDS

- Fingerböjare

## Brachialis(B)-AIN

- Tum- och fingerböjare

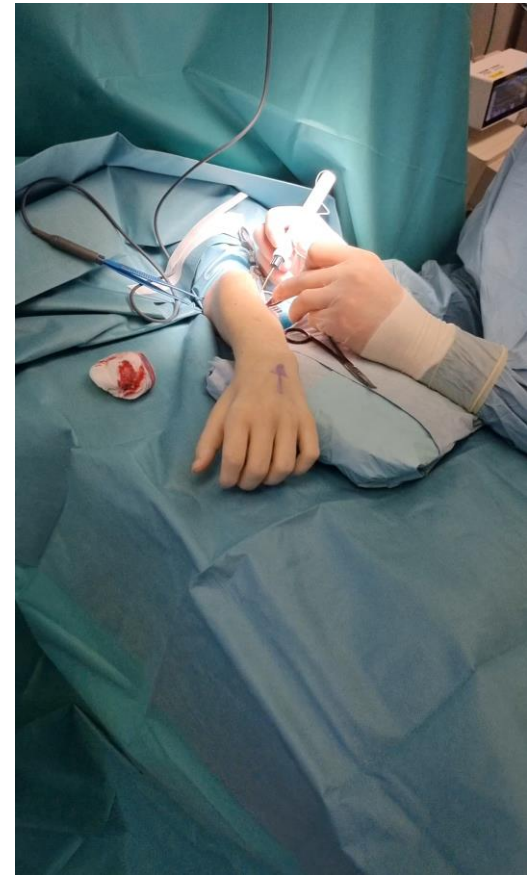
## B-PT

- Pronation

## ECRL-FDP

- Fingerböjare

# El stim PIN periop



# End to side Sup-PIN EPL



# C5

- Saknar triceps
- Supinerad underarm
- Saknar handleds extension (= inget tenodes grepp)

## Kirurgiska möjligheter

### Senor

- Triceps rekonstruktion = kan extendera armbåge, minskar underarmens supinerade position
- Göra biceps pronerande
- BR till handledsextension skapar tenodes grepp

### Nerver

- Supinator till ECRB
- Brachialis till AIN eller brachialis till pronator teres

12 m EIP till APB  
passiv



# C6

- Stark handledsextension
- Saknar finger och tum rörlighet
- Saknar triceps

## Kirurgiska möjligheter

### Senor

- Triceps rekonstruktion
- En eller två aktiva funktioner, fingerflexion och/ eller tumflexion
- Intrinsic rekonstruktion aktiv ( FCR) eller passiv

### Nerv

- S-PIN, B-PT, PT-FDS, ECRL-FDP, B-AIN

9 mån PT FDS nerv



# C7

- Saknar finger och tum flexion
- Har finger extension men saknar intrinsic

## Kirurgiska möjligheter

### Senor

- Sentransferering för att skapa aktiv finger och tumflexion (BR till tumflexion, ECRL till FDP)
- Intrinsic rekonstruktion för att undvika klohand

### Nerv

- S-PIN, PT-FDS, ECRL-FDP, B-AIN

## C8

- Saknar intrinsics

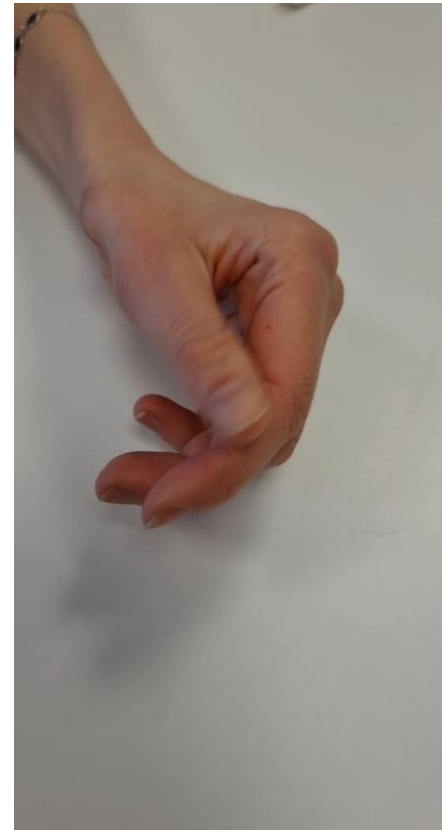
### Kirurgiska möjligheter

- Intrinsic rekonstruktion (aktiv eller passiv)
- Rek av APB, positionering tumme

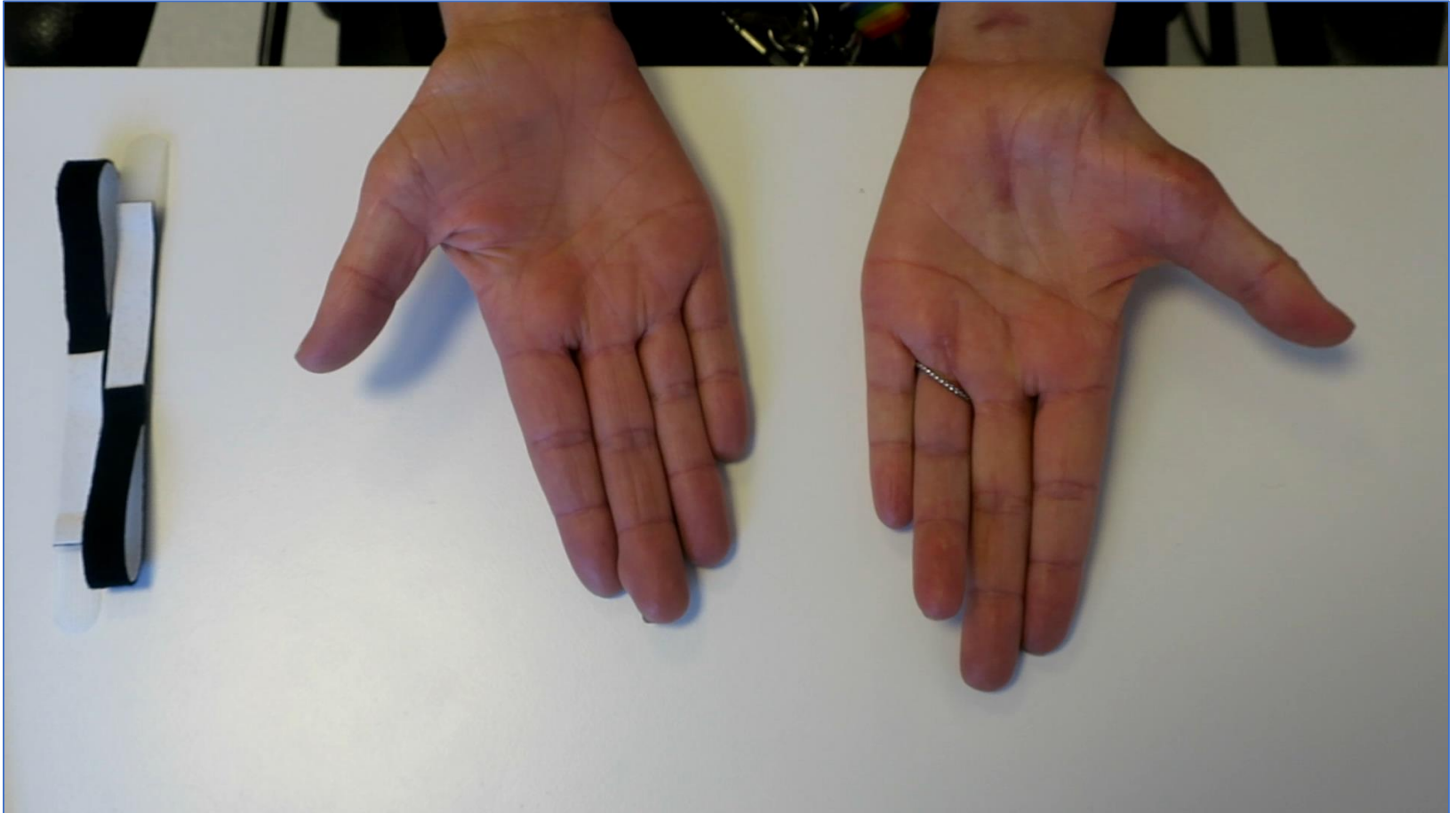
# Inkompleta

- Följer inget mönster, krävs erfarenhet för att hitta lösningar för att skapa en välbalanserad hand

FDS-APB 12 mån



Jämför med friska sidan



# Nerv 9 mån PT FPL



# S-AIN



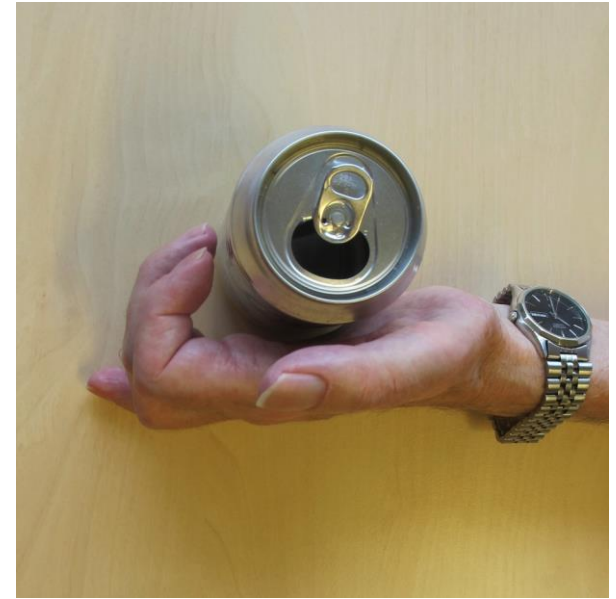
# S-PIN, PT-FDS



With intrinsics



No intrinsics



# 12 mån FDS driven SB



3 v grepp med aktiva IO  
FCR drivna



6 v samma pat



# Combined nerve and tendon transfers for grip reconstruction in patients with tetraplegia

Johan Berg, MD

**Outcome of combined nerve and tendon transfer in tetraplegia: a  
new surgical strategy to restore grasp function**

J Hand Surg Eur Vol . 2025 May 8:17531934251338008.

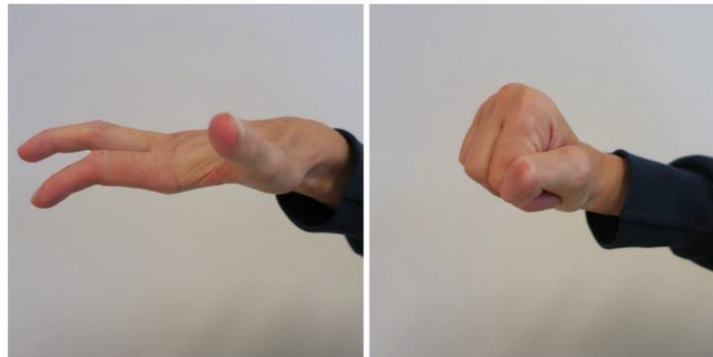
doi: 10.1177/17531934251338008. PMID: 40340495

J.Berg, E.Svantesson, J.Wangdell, L.Käll-Bunketorp, A.Björkman, C.Reinholdt

C.A.R.E./Dept of Hand surgery  
Sahlgrenska University Hospital  
Göteborg, Sweden

## Study and control group

**Study group:** S-PIN & tendon transfers



**Control group:** only tendon transfers



## **1:st webspace opening, grip and pinch strength and COPM at 12 months postop**

Variables	Study group n = 15	Control group n = 16	Mean difference (95% CI)
1st webspace opening	7.2 (2.6) 6.0 (3.0–11.0) n = 15	5.3 (2.0) 5.9 (2.0–8.0) n = 16	2.6 (-0.4 to 5,7) p=0.09
Grip strength	3.7 (1.8) 3.9 (1.0–7.0) n = 15	6.6 (3.0) 6.1 (3.0–14.0) n = 16	3.4 (0.4 to 6.3) p=0.03
Pinch strength	1.3 (0.7) 1.0 (0.5–2.8) n = 15	2.6 (1.5) 2.4 (0.4–5.8) n = 16	1.0 (-0.4 to 2.5) p=0.16
COPM performance	5.9 (1.8) 6.0 (2.2–8.5) n = 15	6.1 (1.7) 6.1 (4.0–9.2) n = 14	0.4 (-1.7 to 2.5) p=0.68
COPM satisfaction	6.0 (2.2) 6.8 (1.6–9.5) n = 15	6.0 (1.6) 6.2 (3.2–8.6) n = 14	0.3 (-1.9 to 2.5) p=0.77

# Utfall

Grepp styrka: **6.5** kg

Pinch styrka: **2.8** kg

Öppning: **5.5** cm

COPM: **<3 skalsteg** i utförande och tillfredsställelse.

## **Comparison nerve vs. tendon transfer**

### Key Pinch

- Tendon transfer BR-FPL gives key pinch 2,8 kg (Reinholdt et al 2013)
- Nerve transfer to AIN ger 0,7 kg (hög)/1,5 kg (låg) (van Zyl et al 2019)

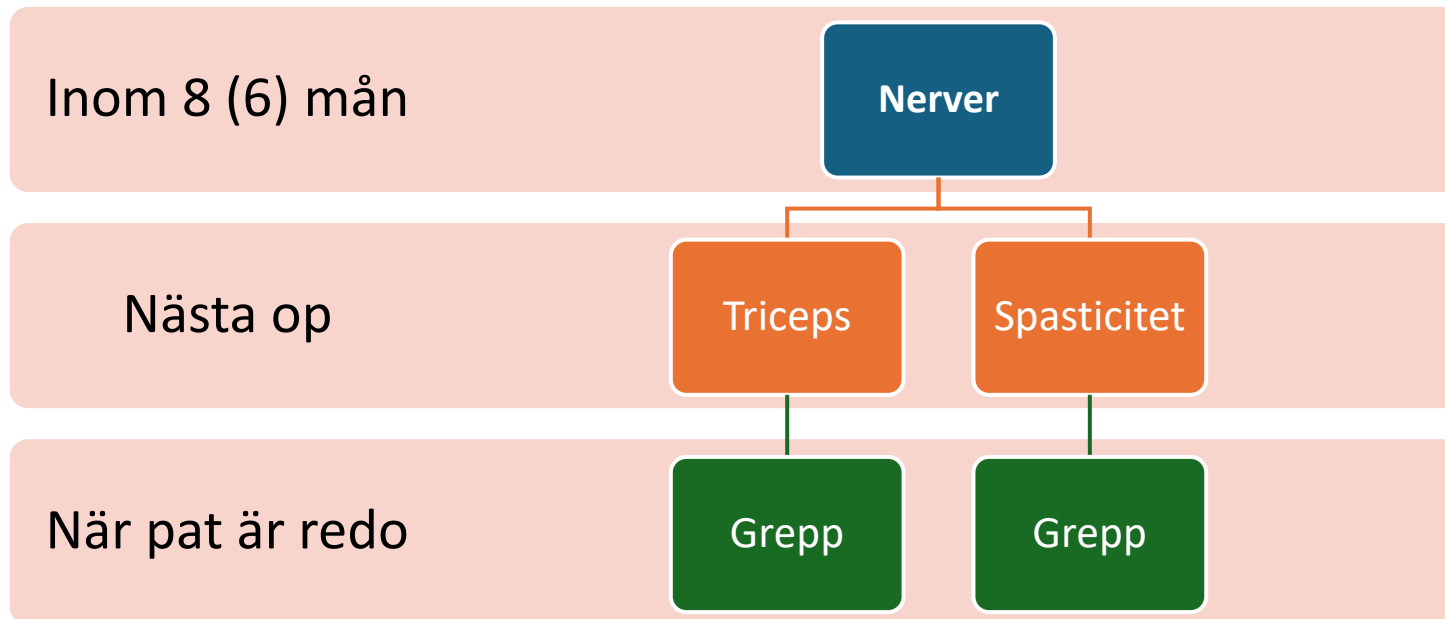
### Grip strength

- Tendon transfer ECRL-FPL ger 6,9 kg (Wangdell et al 2016)
- Nerve transfer to AIN ger 2,8 kg (van Zyl et al 2019)

### Elbow extension

- Tendon transfer Post. Deltoid-Triceps ger MRC 3,3 (Leclercq 2008)
- Nerve transfer Teres minor-Triceps ger MRC 3 (van Zyl et al 2019)

Exempel på tidsintervall C6 skada



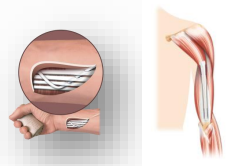
**3 mån grepp 4 funktioner**



# Sammanfattning



## Nervtransfereringar



## Sentransfereringar



## Senförlängningar

Företrädelsevis tidigt efter skada

Ingen tidsfaktor

Provat konservativ behandling först

Lite/ inga restriktioner

En del restriktioner,  
ca 3 mån

En del restriktioner,  
ca 1-2 mån

Resultat och riktad rehab dröjer månader

Resultat och träning inom 24 tim

Resultat och träning inom 24 tim

# Artiklar

Evidence for efficacy of new  
developments in reconstructive upper  
limb surgery for tetraplegia

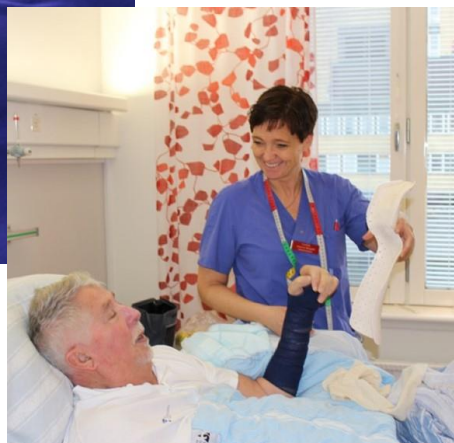
James P. Ledgard and Claudia R. Gschwind

Reach out and grasp the opportunity:  
reconstructive hand surgery in tetraplegia

Jan Fridén<sup>1,2</sup> and Richard L. Lieber<sup>3</sup>

- **Expanding traditional tendon-based techniques with nerve**
- **transfers for the restoration of upper limb function in**
- **tetraplegia: a prospective case series**
- *Natasha van Zyl, Bridget Hill, Catherine Cooper, Jodie Hahn, Mary P Galea*

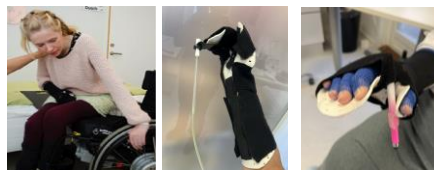
## Post-operativ behandling och träning vid nerv- och sentransferering



# Early Active Rehabilitation, EAR



- Aktiv träning av rekonstruerad funktion inom 24 timmar
- Bibehållen aktivitetsnivå med restriktioner (ortos)
- Aktivitetsträning påbörjas efter 3 veckor



Archives of Physical Medicine and Rehabilitation

journal homepage: [www.archives-pmr.org](http://www.archives-pmr.org)

Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 2016;97(6 Suppl 2):S117-25



## ORIGINAL RESEARCH

### Early Active Rehabilitation After Grip Reconstructive Surgery in Tetraplegia



Johanna Wangdell, OT, PhD,<sup>a,b</sup> Lina Bunketorp-Käll, RPT, PhD,<sup>a,c</sup>  
Sabrina Koch-Borner, RPT,<sup>d</sup> Jan Fridén, MD, PhD<sup>a,b,d</sup>

From the <sup>a</sup>Center of Advanced Reconstruction of Extremities, Sahlgrenska University Hospital, Gothenburg, Sweden; <sup>b</sup>Department of Hand Surgery, Institute of Clinical Sciences, The Sahlgrenska Academy at Göteborg University, Gothenburg, Sweden; <sup>c</sup>Institute of Neuroscience and Physiology, The Sahlgrenska Academy at Göteborg University, Gothenburg, Sweden; and <sup>d</sup>Swiss Paraplegic Center, Nottwil, Switzerland.

#### Abstract

**Objective:** To describe and evaluate the concept of early active rehabilitation after tendon transfer to restore grip function in tetraplegia.

**Design:** Retrospective cohort study.

**Setting:** Two nonprofit rehabilitation units in Sweden and Switzerland.

**Participants:** All patients with tetraplegia who underwent tendon transfer to restore grip ability during 2009 to 2013 (N=49).

# Träning efter sentransferering

- Fokuserad och repetitiv funktionsträning är avgörande för ett lyckat resultat efter sentransferering.
- Patienterna lär sig att aktivera rekonstruerade funktioner genom att använda donormusklernas tidigare rörelser.



## Fördelar med tidig aktivering efter operation

- Lättare att hitta och aktivera rekonstruerade funktioner
- Motverka adherenser, svullnad & trycksår
- Upplevs mentalt positivt



# formulerar patienterna aktivitetsmål enligt COPM

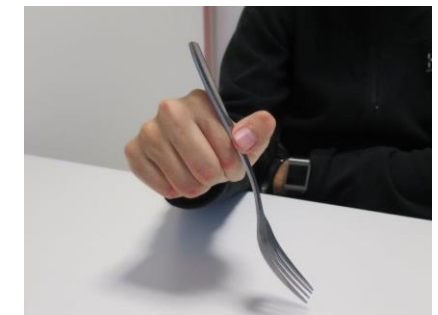
- **Kommunikation** – skriva med penna eller på dator
- **Mobilitet** – nå diverse föremål, sträcka ut armen i liggande för att t ex slå undan täcke, förflyttningsmoment, rullstolsmanövrering
- **Personlig vård**
- **Förbereda måltider**
- **Bilkörning**

Ref: Wangdell 2012



## Rapporterade förbättringar efter rekonstruktiv kirurgi i övre extremitet

<i>Activities in which participants' function was improved after surgery</i>	<b>N = 50</b>
To grasp/pick up objects	28
Maneuver the wheelchair	21
Eating	17
Practice personal hygiene	13
Writing	10
Dressing	10
Drive the car	10
Using the phone, computer and remote control	9
Reach wider and higher	7
Drinking	6
Exercise	6
Open and closing doors	5
Making transfers	5
Leisure activities	5
Housework	5
Hold the cutlery	4
Cooking	3
Using tools	3
Open bottles	3
Shake hands	2
Handle a pair of scissors	2
Doing make-up	2
Catheterize	1
Give a hug	1
<b>Forty-nine out of 57 participants (86%) gave their comments. Multiple answers were sometimes given.</b>	



## Rehab efter tricepsrekonstruktion



## Nytt rehabkoncept efter tricipesrekonstruktion

- Aktiv dynamisk träning dagen efter operation
- Ledad ortos och restriktioner i 7 veckor
- Gradvis ökad armbågsflexion
- Manuell rullstol är tillåtet

### Träning av armbågssträckare 4ggr dagligen



Lyft upp armen från armstödet åt sidan till axelhöjd, eller ta hjälp av assistent. Böj i armbågen så långt ortosen tillåter.



Sträck därefter armbågen så att den blir helt rak. Håll kvar några sekunder innan du slappnar av.

Rörelsen ska ske i armbågen utan medrörelse i axeln.

Upprepa övningen 10 gånger



Placera handleden utanför armstöds-kanten och låt handen hänga avslappnad. Böj sedan handen uppåt och håll i ca 3-5 sekunder, släpp ner handen sakta och kontrollerat.

Upprepa övningen 10 gånger.

# Restriktioner och rekommenderade positioner i sittande



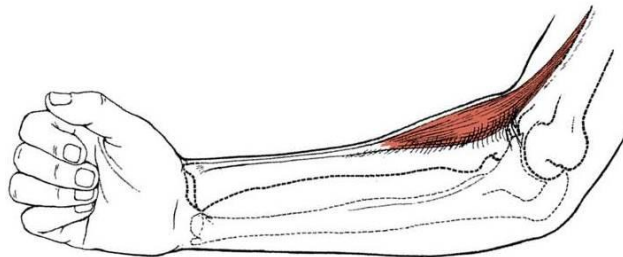
# Restriktioner och rekommenderade positioner i liggande



## Betydelse av tricepsfunktion



- Kan ge patienter möjlighet att sträcka ut armen ovanför huvudet
- Stabiliserar armbågen vid sentransferering av brachioradialis



## Betydelse av tricepsfunktion

- Utökar den horisontella arbetsytan
- Ger armkontroll i liggande position



## Betydelse av tricepsfunktion

- Skyddar/ skonar axlarna vid rullstolsmanövrering
- Underlättar vid förflyttning och ändring av position i sittande



# Vecka 7. Uppföljning och träning

## Aktivering med gummiband i olika lägen 1 ggr/dag Fokus kontroll ej styrketräning



Aktivering av sträckare i nedåt/bakåt

- Böj i armbågen
- Sträck ut armen full bakåt/nedåt
- Assisterande person kan följa med i gummibandet för att uppnå fullt rörelseomfång.



Aktivering av sträckare utåt

- Böj i armbågen
- Sträck ut armen full utåt/bortåt
- Assisterande person kan följa med i gummibandet för att uppnå fullt rörelseomfång



Aktivering av sträckare utåt

- Böj i armbågen
- Sträck ut armen full uppåt/utåt
- Assisterande person kan följa med i gummibandet för att uppnå fullt rörelseomfång

# Vecka 12. Full belastning tillåten



Assisterande person stöttar hand och en hand som stöd i pannan för att ej komma för långt fram. Skjut ifrån med armen bakåt



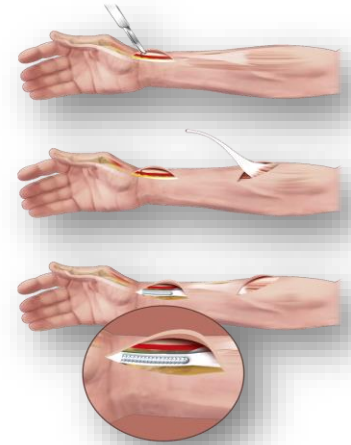
Assisterande person håller mot hand i böjt läge. Skjut ifrån utåt sidan.

## Uppföljning 3, 6, 12 månader

- Samma bedömningar som preoperativt
- Uppföljning av träning (individanpassad)
- Uppföljning av hur armen används i vardagen
- Planerar för grepprekonstruktion



## Rehab efter grepprekonstruktion





**Dag 1**, svullnadslindning, tillverkning av ortos, påbörja träning



**Efter 3** veckor, byte till mindre ortos, börja grepp och aktivitetsträning

**Efter 12** veckor, fri från ortoser

# Ortos i 3 veckor



# Dagen efter grepprekonstruktion



# Vecka 1-3: Funktionsträning 4 gånger dagligen

## Aktiv träning av tumgreppet- "pressa ner tummen"



Försök sträcka/lyfta tummen från pekfingret samtidigt som du lyfter med höger hand.



Böj i armbågen/spänn musklerna i armbågen- se att tummen pressas ner mot pekfingret.

Känn efter hur det känns när du böjer i armbågsmuskeln (röda pilen).



Ta hjälp att hålla emot armbågsböjningen för att få full aktivering av muskeln.

Tänk på att tummen alltid skall nå ner till pekfingret.

( Kontrollera att fingrarna inte böjer in sig helt! )

Försök under de kommande veckorna att "hitta" och isolera tummens böjning utan att böja i armbågen men det är viktigt att även fortsatt att göra kraftiga nyp med tummen så att muskeln och senan glider.

## Aktiv fingerböjning



Sträck ut fingrarna aktivt. Ta hjälp av höger hand så du kommer ut mera. Sträck dock inte fullt i knoglederna.



Böj därefter in fingrarna. Håll kvar ett par sekunder och känn efter hur det känns när du böjer dina fingrar. Kontrollera att handleden inte böj ned utan hålls rak eller lätt bakåtböjd

## Aktiv tumöppning (liten rörelse)



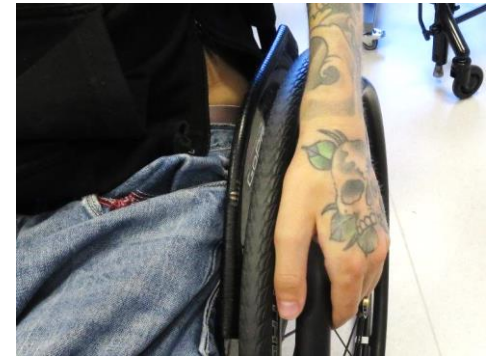
För tummen in mot pekfingret.



Tänk "öppna handen" och släpp tummen. Försök håll kvar någon sekund.

# 3 veckor efter operation

5 dagar intensiv träning



# Ortoser, mellan vecka 3 och 3 mån post-op

**Dagtid** Skydda tummens grundled



**Nattetid** Motverka svullnad

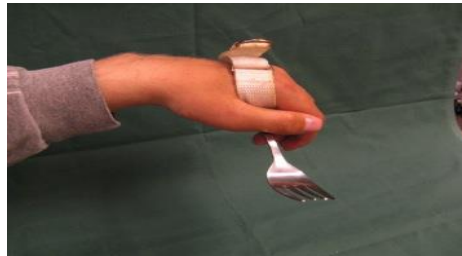


## Betydelse av greppfunktioner

Tvåhandsgrepp  
till enhands



Mindre  
hjälpmedel,  
anpassningar



## Aktivitetsträning helhandsgrepp



## Aktivitetsträning tummgrepp





## Vecka 3-12

### Aktiv träning av tumgrepp- "pressa ner tummen"



Sträck upp tummen med andra handen.



Böj i armbågen/spänn musklerna i armbågen- se att tummen pressas ner mot pekfingeret.

Ta hjälp att hålla emot armbågsböjningen för att få full aktivering av muskeln.

Tänk på att tummen alltid skall nå ner till pekfingeret.



Använd deg för att träna upp styrkan ytterligare.

### Ytterligare övningar för fingerböjning



Ta hjälp av din assistent för att böja i de yttersta lederna. Assistenten stabilisera fingrarna, och ger motstånd på handryggen. Tänk på att det ska vara 3 cm mellanrum kvar till handflatan när du böjer fingrarna.



Fingerböjning med skumgummirulle. Sträva efter att alla fingertoppar når in till rullen.



Ta hjälp av din assistent för att passivt böja de yttersta fingerlederna.

### Aktiv fingerböjning med motstånd



Assistenten skall med sin högra hand sträcka ut fingrarna genom att lyfta/sträcka försiktigt i fingrarna och samtidigt pressa mellanlederna inåt/nedåt med handflatan så som bilden visar. Vänster hand håller runt din handled med tummen på handryggen.



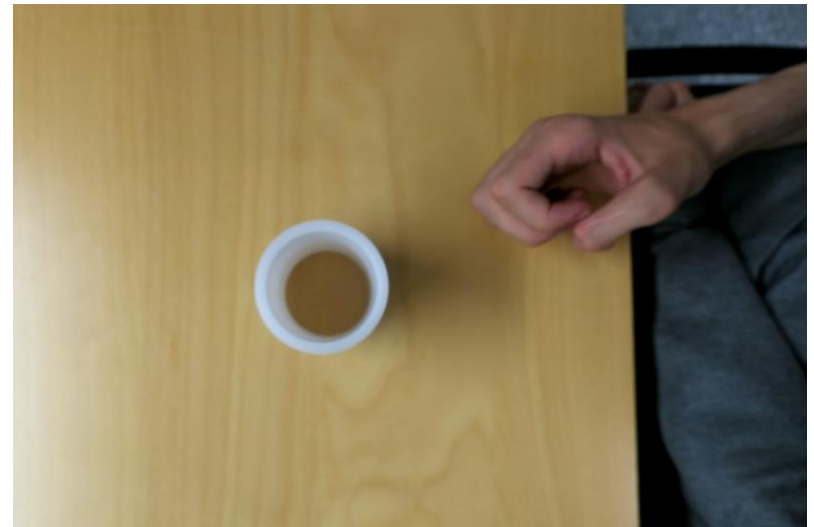
Börja aktivera fingerböjning utan att det sker någon rörelse i handleden. Böj in fingrarna kontrollerat. Assistenten skall hålla emot lite. Böj ytterligare genom att böja handleden bakåt. Assistenten håller emot med tummen.

**OBS! Böj inte fingrarna ända in i handflatan.**

Ha som målsättning att kunna böja in fingrarna helt i handflatan till nyår.

## Uppföljning 3, 6, 12 månader

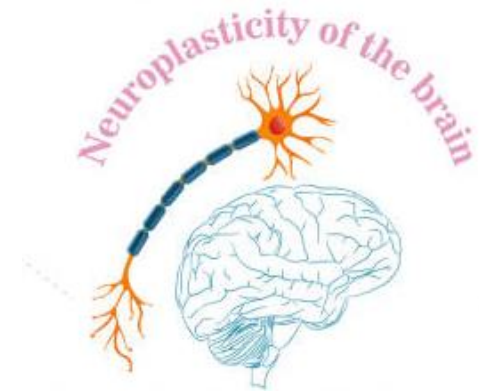
- Samma bedömningar som preoperativt (funktion och aktivitet)
- Uppföljning av träning (individanpassad)
- Uppföljning av hur armen används i vardagen





# Rehab efter nervtransferering

- DAFRA- modellen: [Donor Activation Focused Rehabilitation Approach](#)
- ”Massivt impulsflöde” till mottagarmuskeln. Teorin grundar sig i att det kan stimulera tillväxten av nerven samt att kopplingen mellan muskel och hjärna optimeras.
- Reinnervering ses vanligtvis efter 2-12 månader.
- Initialt bättre aktivering med motstånd.



## Träning efter Nervtransferering

Under tiden nerven växer ned till mottagarmuskeln finns det studier som tyder på att det är bra med ett "massivt impulsflöde" till mottagarmuskeln. Teorin är att det kan stimulera tillväxten samt att kopplingen mellan hjärna och muskel optimeras.

Träningen görs genom att vrida underarmarna så att handflatan vrids omväxlande ned mot golvet och upp mot taket, en enkel rörelse som görs utan hjälpmedel.

Den grundläggande principen för träningen med *massivt impulsflöde* är många repetitioner med lågt motstånd för att förhindra muskuluttröttnings medans nervimpulser flödar i de nya nervbanorna. **Gör detta därför någon minut ett antal gånger per dag. Börja med detta 2 veckor efter operationen.**



Håll armarna längs med kroppen. Vrid händerna så att handflatorna vrids omväxlande upp mot taken och ned mot golvet. Rörelsen ska ske i underarmen så överarmen ska hela tiden vila längs sidan.

### Lycka till!

Lina Bunketorp Käll Tel: 0700 852596  
Therese Ramström Tel: 0761 357416

Avdelningen Tel: 031- 342 85 33  
careinfo@vgregion.se

## Handöppning



En assistent håller din arm stilla med handryggen uppåt.



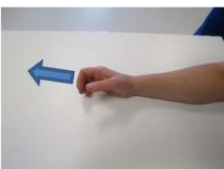
Assistenten kan hålla in fingrar och tumme lite lätt om handen är öppen i viloläget.



Försök öppna handen genom att vrida handflatan uppåt. Assistenten ska släppa fingrar så fort aktivering börjar.

Håll kvar fingrarna sträckta någon sekund innan du slappnar av.

OBS: det är framför allt sträckning i knoglederna som eftersträvas – inte i fingerlederna lika mycket.

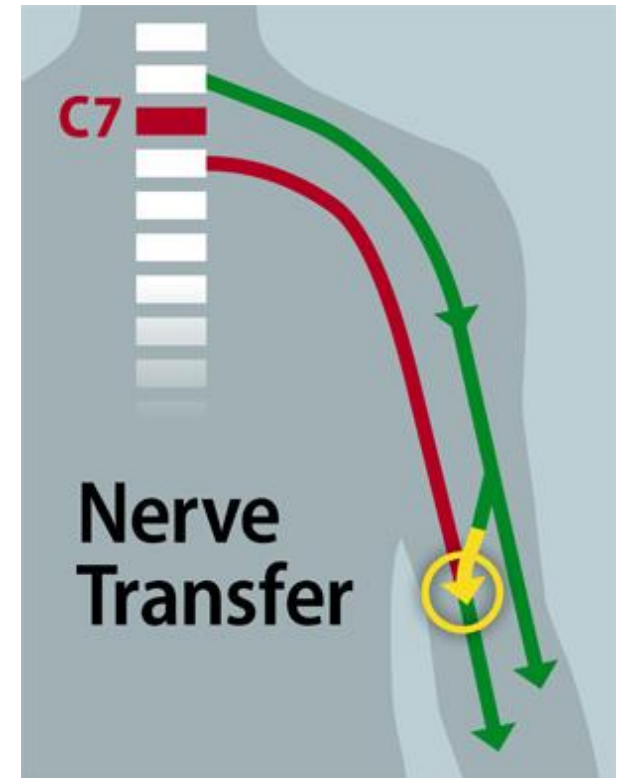


När rörelsen blivit starkare och lättare att hitta ska du också träna utan mothåll av någon annan. Tänk att fingrarna ska "bli långa" när du öppnar handen. Alternativt tänk "peka med hela handen".



Målet är att du ska kunna öppna handen (sträcka i fingrarna och tummen) utan att handflatan vrids uppåt.

## Nervtransferering (Bertelli S-PIN (supinator to posterior interosseous nerve transfer)



# 8 månader efter nervtransferering

