

Aus der Klinik für Chirurgie
der Universität zu Lübeck
Direktor: Prof. Dr. med. H.-P. Bruch

und dem

Fachbereich Plastische Chirurgie und Handchirurgie
des Operativen Zentrums
des Bundeswehrkrankenhauses Berlin
Leiter: Priv.-Doz. Dr. med. Björn Dirk Krapohl

**Das Sulcus-nervi-ulnaris-Syndrom:
Stand der Diagnostik und Therapie in Österreich**

Inauguraldissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde
der Universität zu Lübeck

- Aus der Medizinischen Fakultät -

vorgelegt von
Jens Diehm
aus Weinheim

Lübeck 2007

1. Berichterstatter/Berichterstatterin: Priv.-Doz. Dr. med. Björn Dirk Krapohl
2. Berichterstatter/Berichterstatterin: Priv.-Doz. Dr. med. Matthias Klinger

Tag der mündlichen Prüfung: 13.12.2007
Zum Druck genehmigt. Lübeck, den 13.12.2007

gez. Prof. Dr. med. Werner Solbach
- Dekan der Medizinischen Fakultät -

	Seite
Inhaltsverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis	6
1 Einleitung und Fragestellung	7
1.1 Historische Entwicklung der Therapie des SNUS	7
1.2 Anatomische Grundlagen	10
1.3 Symptomatik des SNUS	11
1.3.1 Schmerzen	11
1.3.2 Sensibilitätsstörungen	11
1.3.3 Motorische Störungen	12
1.4 Ätiologie	13
1.4.1 Bereich des medialen Oberarms	13
1.4.2 Bereich des Epicondylus humeri medialis	14
1.4.3 Bereich des Sulcus ulnaris	14
1.4.4 Bereich des Eintritts zwischen die Köpfe des M. flexor carpi ulnaris	16
1.4.5 Bereich des Austritts aus dem M. flexor carpi ulnaris	17
1.4.6 Das idiopathische SNUS	17
1.5 Diagnostik	18
1.5.1 Sensibilitätsprüfung	18
1.5.2 Prüfung der Motorik	18
1.5.2.1 FROMENT-Zeichen	18
1.5.2.2 Überkreuzen des Zeige- und Mittelfingers	19
1.5.2.3 Kraftmessung im Grob- und Spitzgriff	19
1.5.2.4 Adduktion des Kleinfingers	19
1.5.2.5 Vollständiger Faustschluss	20
1.5.3 Weitere diagnostische Tests	20
1.5.3.1 Ellenbogen-Beuge-Test	20

	Seite
1.5.3.2 HOFFMANN-TINEL-Zeichen	20
1.5.3.3 Palpation	21
1.5.4 Elektrophysiologie	21
1.5.5 Bildgebung	22
1.6 Differentialdiagnosen	23
1.6.1 Distales Ulnaris-Kompressions-Syndrom	23
1.6.2 C ₈ - Radikulopathie	23
1.6.3 Polyneuropathie	23
1.6.4 Systemerkrankungen	24
1.6.5 Thoracic-outlet-Syndrom	24
1.6.6 Kamptodaktylie	24
1.7 Klassifikation	25
1.7.1 Alkahori-Klassifikation	25
1.7.2 Yasutake-Score	25
1.7.3 McGowan-Klassifikation	25
1.7.4 Dellon-Klassifikation	26
1.7.5 Postoperative Klassifikation	27
1.8 Therapeutische Möglichkeiten	28
1.8.1 Konservativ	28
1.8.2 Operativ	29
1.8.2.1 Einfache Dekompression	29
1.8.2.2 Subkutane Vorverlagerung	30
1.8.2.3 Submuskuläre Vorverlagerung	31
1.8.2.4 Intra- bzw. transmuskuläre Vorverlagerung	33
1.8.2.5 Mediale Epikondylektomie	33
1.9 Fragestellung der Arbeit	35

	Seite	
2	Material und Methoden	36
2.1	Aufbau und Inhalt des Fragebogens	36
2.1.1	Differenzierte Quantifizierung des OP- Aufkommens	36
2.1.2	Präoperative Diagnostik und Indikationsstellung	36
2.1.3	Angewandte OP-Techniken	37
2.1.4	Postoperatives Vorgehen und Komplikationen	37
3	Beobachtungen und Ergebnisse	38
3.1	Demographische Auswertung	38
3.2	Auswertung des Fragebogens	38
3.2.1	Quantifizierung des OP- Aufkommens	38
3.2.2	Präoperative Diagnostik und Indikationsstellung	39
3.2.3	Angewandte OP-Techniken	41
3.2.3.1	OP-Techniken bei einfacher Kompression	41
3.2.3.2	OP-Techniken bei zusätzlicher Pathologie	42
3.2.3.3	Anästhesie	43
3.2.4	Postoperatives Vorgehen und Komplikationen	43
4	Diskussion	45
4.1	Literaturübersicht	45
4.2	Vergleich der eigenen Untersuchungen mit früheren	46
4.3	Kritische Einordnung der eigenen Ergebnisse und Schlussfolgerungen	47
5	Zusammenfassung	49
6	Literaturverzeichnis	50
7	Anhänge	58
8	Danksagungen	60
9	Lebenslauf	61

Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
Abb.	Abbildung
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CT	Computertomographie
ggf.	gegebenenfalls
i.v.	intravenös
EMG	Elektromyographie
et al.	et altera
max.	maximal
M.	Musculus
Mm.	Musculi
MRI	Magnetic resonance imaging
MRT	Magnetresonanztomographie
N.	Nervus
Nn.	Nervi
NLG	Nervenleitgeschwindigkeit
NSAR	Nicht-Steroidale Antirheumatika
ÖGH	Österreichische Gesellschaft für Handchirurgie
OP	Operation
R.	Ramus
Rr.	Rami
s.a.	siehe auch
SNUS	Sulcus-nervi-ulnaris-Syndrom
Tab.	Tabelle
US	Ultraschall
V.	Vena
Vit.	Vitamin
VAS	visuelle Analog-Skala
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil
2-PD	Zwei-Punkte-Diskrimination (statisch)

1 Einleitung und Fragestellung

Das Sulcus-nervi-ulnaris-Syndrom¹ (SNUS) ist nach dem Karpaltunnelsyndrom die zweithäufigste Kompressionsneuropathie der oberen Extremität. Unter dem Begriff des SNUS werden alle Kompressionsschäden des N. ulnaris im Bereich des Ellenbogens zusammengefasst.

Die Frage nach der optimalen Behandlungsmethode ist nicht abgeschlossen und unterliegt einer fortlaufenden Diskussion.

Die vorliegende Arbeit gibt einen Überblick über den Stand der Diagnostik und Therapie in Österreich und will damit einen Beitrag zur Diskussion und Entwicklung eines Standards leisten.

Als Grundlage wird hierzu zunächst ein Überblick über die Entwicklung der Therapie des SNUS in den vergangenen zwei Jahrhunderten sowie über die anatomischen Grundlagen gegeben.

Im folgenden wird dann die klinische Symptomatik, die Ätiologie des SNUS sowie die für die Diagnose- und Indikationsstellung angewandten Untersuchungen dargestellt. Im Anschluss folgt die Vorstellung möglicher Differentialdiagnosen, der gebräuchlichsten Klassifikationssysteme und der verschiedenen, konservativen wie auch operativen, therapeutischen Möglichkeiten.

Nach Darstellung der Ergebnisse der Erhebung zum Stand der Diagnostik und Therapie des SNUS in Österreich werden diese diskutiert und mit der bestehenden Literatur in Bezug gesetzt und verglichen.

1.1 Historischer Entwicklung der Therapie des SNUS

Die erste chirurgische Therapie eines Nervus ulnaris-Syndrom findet sich bei H. Earle, der 1816 bei einem 14-jährigen Mädchen den Nervus ulnaris durchtrennte. Nach dreijähriger erfolgloser konservativer Schmerztherapie konnte er damit Schmerzfreiheit erzielen.

¹ In Österreich ist der Begriff Sulcus-nervi-ulnaris-Syndrom gebräuchlich, während in Deutschland das Syndrom meist als Sulcus-ulnaris-Syndrom oder Kubitaltunnelsyndrom bezeichnet wird. Da die vorliegende Arbeit den Stand der Diagnostik und Therapie in Österreich zum Gegenstand hat, wird die dort genutzte Bezeichnung verwendet.

Die Luxation des Nervus ulnaris wird erstmals im Jahr 1851 durch A. Blattmann beschrieben.

1878 wurden durch Photinos Panas die Ergebnisse der Behandlung von vier Patienten mit Nervus ulnaris-Parese veröffentlicht. Drei Patienten waren konservativ mit Hydrotherapie, Massage und Reizstrom behandelt worden. Ein Patient wurde operativ therapiert. Ein ossifiziertes Ligament wurde intraoperativ als Ursache der Beschwerden identifiziert und reseziert, allerdings verstarb der Patient an einer postoperativen Wundinfektion.

Durch E.P. Fèvre und A.H. Marchand wurde 1878 die Dehnung des Nervus ulnaris im Anschluss an die operative Freilegung propagiert. Diese wurde nach kurzer Zeit jedoch wieder verworfen, da es dadurch zu einer Abnahme der Erregbarkeit des Nerven kam.

1888 wurde durch M.A. Poncet zum ersten Mal eine Behandlungsmöglichkeit bei Luxation des Nervus ulnaris beschrieben. Er formte einen neuen Sulcus am Ort der Läsion und vernähte über dem Nerven ein neues Dach aus Periost. Diese Methode fand breite Akzeptanz.

Die subkutane Vorverlagerung, die auch heute noch zum therapeutischen Spektrum zählt, wurde 1898 erstmalig von B.F. Curtis durchgeführt.

S. Peltesso hatte 1806 eine Therapieoption beschrieben, bei der eine keilförmige suprakondyläre Osteotomie durchgeführt wurde. Dieses Verfahren basierte auf der Annahme, dass die Cubitus valgus-Stellung, die als Ursache für die Lähmungserscheinungen des Nervus ulnaris angesehen wurde und häufig Folge einer Ellenbogenfraktur war, die Ursache für die Störung sei. A. Mouchet griff 1912 diese Methode auf und postulierte aufgrund seiner guten Ergebnisse mit dieser Methode, dass dies die logischste und in Wahrheit einzige Option bei später Ulnarisparese sei.

Die einfache Dekompression, die subkutane Vorverlagerung, die Schaffung eines neuen Sulcus und die suprakondyläre Osteotomie waren am Anfang des 20. Jahrhunderts als chirurgische Behandlungsmethoden der Ulnarisläsion bekannt. Die subkutane Vorverlagerung wurde gegen Mitte des 20. Jahrhunderts als Methode erster Wahl verstanden, die Schaffung eines neuen Sulcus und die suprakondyläre Osteotomie traten in den Hintergrund. Der wesentliche Nachteil

der subkutanen Vorverlagerung bestand darin, dass der Nerv in eine oberflächliche und daher leicht verletzbare Lage gebracht wurde. Um diesen Nachteil zu beheben, wurde diese Technik während des ersten Weltkrieges von R. Klauser zur intramuskuläre Vorverlagerung weiterentwickelt.

1942 kam als eine weitere Option die von J.R. Learmonth beschriebene submuskuläre Vorverlagerung hinzu.

Die einfache Dekompression bestand nach wie vor als eine Alternative fort, ihre Bedeutung rückte neben den drei Arten der Vorverlagerung aber immer mehr in den Hintergrund.

T. King entwickelte 1950 die mediale Epikondylektomie als weitere Therapiemethode. Gegenüber der Vorverlagerung hat diese Methode den Vorteil, dass es dabei weder zu einer Vernarbung in den Flexoren, noch zu einer Dehnung des Nerven in Ellenbogen-Streckstellung kommt. Darüber hinaus können bei dieser Methode alle Seitenäste des Nerven erhalten werden, die postoperativen Schmerzen sind dadurch geringer und die Rekonvaleszenz wird verkürzt.

1957 verdrängte die von G.V. Osborne vertretene Theorie, dass die Ursache der Ulnarissymptomatik eine Kompression des Nerven sei, die bis dahin allgemein vertretene Ansicht, dass eine Reibung oder ein Zug am Nerven die Symptomatik auslöst. Osborne hatte ein fibröses Band identifiziert, das im Bereich des Kopfes des Musculus flexor carpi ulnaris direkt über dem Nervus ulnaris liegt. Er konnte zeigen, dass mit der Durchtrennung dieses Bandes, das heute nach ihm als Osborne-Ligament bezeichnet wird, vergleichbar gute Ergebnisse erzielt werden wie mit der Vorverlagerung. Ähnliche Beobachtungen wurden auch durch W. Feindel und J. Stratford gemacht. Durch sie wurde der Begriff des Kubitaltunnels eingeführt. Sie vertraten die Ansicht, dass die Kompression des Nerven durch die Spaltung des Daches des Kubitaltunnels zwischen Olekranon und medialem Epikondylus behoben werden könne.

Nach 1960 sind keine wesentlichen neuen chirurgischen Methoden zur Behandlung des SNUS entwickelt worden. Lediglich durch die Einführung der Endoskopie entwickelte sich eine zusätzliche Zugangsmöglichkeit mit minimiertem invasivem Vorgehen. Grundsätzlich finden aber nach wie vor die bis dato bereits bekannten Methoden weiter Anwendung: einfache Dekompression, Vorver-

lagerung (subkutan, intramuskulär, submuskulär), sowie mediale Epikondyl-ektomie. Obwohl seit nunmehr 45 Jahren die gleichen Methoden verwendet werden, ist bis heute aufgrund einer nur geringen Anzahl an prospektiv randomisierten Studien kein Konsensus hinsichtlich einer Therapieempfehlung bei SNUS erreicht worden (9).

1.2 Anatomische Grundlagen

Der N. ulnaris entspringt als Ast der Pars infraclavicularis des Plexus brachialis aus dem Fasciculus medialis aus den Segmenten C₇ bis Th₁. Er schiebt sich beim Verlassen der Achselhöhle dorsal zwischen A. und V. axillaris.

In der Mitte des Oberarms verlässt er die A. brachialis und bricht von ventral nach dorsal durch das Septum intermusculare brachii mediale in die Extensorenloge. Am distalen Oberarm verläuft er zwischen dem Caput mediale des M. triceps brachii und dem Septum intermusculare brachii mediale.

Er tritt im weiteren Verlauf auf der Dorsalseite des Ellenbogengelenks zwischen dem Olekranon und dem Epicondylus humeri medialis in den Sulcus nervi ulnaris ein und zieht, nach dem Verlassen des Sulcus an der dorsalen Fläche des medialen Epicondylus humeri, unter dem Sehnenbogen zwischen den beiden Köpfen des M. flexor carpi ulnaris zum Unterarm.

Hier gibt er motorische Äste zu den ulnaren Bäuchen des M. flexor digitorum profundus sowie zum M. flexor carpi ulnaris ab, dem er am Unterarm als Leitmuskel folgt, wobei mehrere anatomische Varianten der abgehenden Äste existieren (43).

Im distalen Unterarmdrittel zweigen zwei rein sensible Äste ab: der R. dorsalis zum ulnaren Handrücken, zur Dorsalseite des Kleinfingers und der ulnaren Hälfte des Ringfingers und der R. palmaris zum Hypothenar, während der Hauptstamm weiter durch die GUYON-Loge zwischen Os pisiforme und Hamulus ossis hamati in die Hohlhand führt, um sich dort in den motorischen R. profundus und den sensiblen R. superficialis aufzuteilen.

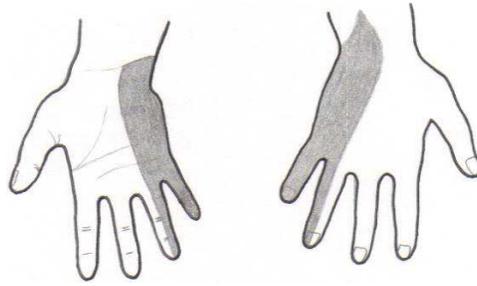


Abb. 1 Sensible Innervation des N. ulnaris an der Hand

Der R. profundus zieht bogenförmig durch die Hohlhand und innerviert dabei Muskeln des Hypothenars (M. flexor digiti minimi, M. opponens digiti minimi, M. abductor digiti minimi), des Thenars (Caput profundum des M. flexor pollicis brevis, M. adductor pollicis) sowie weite Teile der Handbinnenmuskulatur (bei regulärer Anatomie: Mm. interossei palmares et dorsales, Mm. lumbricales III+IV). Neben der motorischen Versorgung des M. palmaris brevis fällt dem R. superficialis die sensible Innervation des ulnaren Teils der Hohlhand und der Beugeseiten des Kleinfingers und der ulnaren Hälfte des Ringfingers zu (31,40,48,52).

1.3 Symptomatik des SNUS

1.3.1 Schmerzen

Die typischen Schmerzen, die von Patienten bei SNUS angegeben werden, sind vom Ellenbogen ausgehende und bis in die ulnare Hand ausstrahlende Schmerzen, die oft einen krampfartigen Charakter besitzen und insbesondere nachts verstärkt auftreten (31,44).

1.3.2 Sensibilitätsstörungen

Im Bereich der ulnaren Handkante und des Ring- und Kleinfingers können Parästhesien und Hypästhesien auftreten, die sich bei Flexion im Ellenbogen des betroffenen Arms verstärken. Typischerweise werden sie von den Patienten als „Kribbeln“ oder „wie eingeschlafen“ beschrieben, seltener wird ein Taubheitsgefühl angegeben (31,44).

1.3.3 Motorische Störungen

Beim SNUS kann es zu motorischen Störungen kommen, die über eine Verminderung der Kraft bis zur Parese gehen können. Die Verminderung der Kraft ist sowohl im Grob- als auch im Spitzgriff feststellbar.

Bei der Inspektion des Hypothenars und des Spatium interosseum I (M. adductor pollicis und M. interosseus dorsalis I) fällt eine Atrophie auf.

Eine Schwäche der Adduktion des Daumens ist Folge der Atrophie des M. interosseus dorsalis I, die sich unter anderem in Schwierigkeiten beim Schreiben äußert.

Die Parese des M. interosseus palmaris III kann bis zur Unfähigkeit der Adduktion des 5. Fingers führen, so dass der Kleinfinger in dauerhaft abduzierter Stellung verbleibt.

Die Parese des M. flexor digitorum profundus IV+V, die verhindert, dass der 4. und 5. Finger vollständig gebeugt werden können, führt zu einem unvollständigen Faustschluss.

Die sogenannte Krallenhand ist das typische klinische Bild bei voller Ausprägung der Ulnarisparese (siehe Abb. 2). Durch die Parese der Mm. interossei (und Mm. lumbricales) bedingt verbleibt bei aktiver Fingerstreckung ein Streckdefizit von 40° bis 60° in den Mittel- und Endgelenken des Ring- und Kleinfingers, während gleichzeitig die Grundgelenke derselben Finger überstreckt werden. Die Hyperextensionsstellung des Daumens im Grundgelenk wird als JEANNE-Zeichen bezeichnet (31,44).

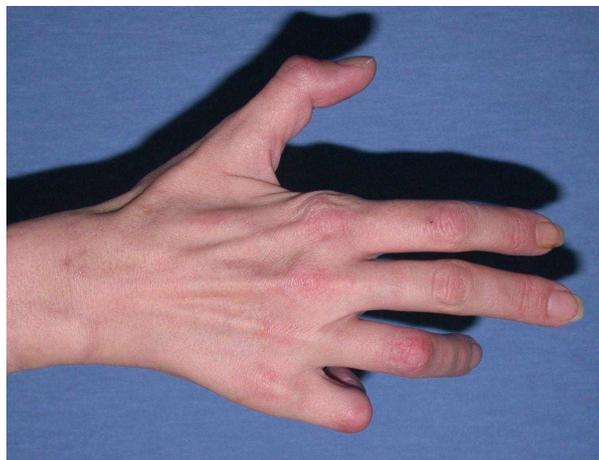


Abb. 2 Krallenhand mit Atrophie der Handbinnenmuskulatur

1.4 Ätiologie

Schädigungen des N. ulnaris im Bereich des Armes können durch eine Kompression des Nerven an verschiedenen Lokalisationen auftreten und durch verschiedene Ursachen hervorgerufen werden.

Der Teil des Armes, in dem es zu Kompressionen kommen kann, erstreckt sich von ca. 10 cm proximal des Ellenbogengelenkes bis ca. 5 cm distal desselben. Innerhalb dieser Strecke lassen sich 5 Bereiche unterscheiden, in denen aus unterschiedlichen Ursachen Kompressionen des Nerven auftreten können:

- 1) Bereich des medialen Oberarms
- 2) Bereich des Epicondylus humeri medialis
- 3) Bereich des Sulcus ulnaris
- 4) Bereich des Eintritts zwischen die Köpfe des M. flexor carpi ulnaris
- 5) Bereich des Austritts aus dem M. flexor carpi ulnaris.

In den meisten Fällen ist die Kompression im Sulcus ulnaris und im Bereich des Eintritts des Nerven zwischen die Köpfe des M. flexor carpi ulnaris zu finden (31,60).

Das Sulcus-nervi-ulnaris-Syndrom bezeichnet eine Kompression des N. ulnaris in seinem Verlauf vom distalen Oberarm (dorsal des Epicondylus humeri medialis) unter einer unterschiedlich starken (gelegentlich muskulären) Überdachung des Sulcus bis zum Arcus tendineus des Flexor carpi ulnaris mit dessen oberflächlicher und tiefer Faszie.

1.4.1 Bereich des medialen Oberarms

Das Septum intermusculare brachii mediale kann selbst zur Ursache einer Kompression des N. ulnaris werden. In der Mitte des Oberarms durchbricht der N. ulnaris das Septum intermusculare brachii mediale von ventral nach dorsal. Ist dieser Durchtritt eingengt, resultiert daraus ein Kompressionsschaden des Nerven.

In anatomischen Studien konnte gezeigt werden, dass bei ca. 70% der präparierten Arme eine sogenannte STRUTHERS-Arkade existiert. Diese Arkade

besteht aus bindegewebigen Fasern der tiefen Oberarmfaszie und muskulären Fasern des medialen Kopfes des M. triceps brachii und der Sehne des M. coracobrachialis und liegt im Durchschnitt 8 cm proximal des Epicondylus medialis (23,60,64,70). H.P. von Schroeder beschreibt die STRUTHERS-Arkade als einen fibrösen Kanal mit einer mittleren Länge von 5,7 cm, dessen engste Stelle der obere Eingang ist, der sich ca. 9,6 cm proximal des medialen Epikondylus befindet (70). Diesen Studien widersprechend bezeichnet R.H. Bartels die STRUTHERS-Arkade als ein von Menschen erfundenes Konstrukt und weist bei 10 präparierten Armen nach, dass die STRUTHERS-Arkade nicht existiert (7).

Eine weitere Kompressionsursache im Bereich des medialen Oberarms stellt der mediale Kopf des M. triceps brachii dar. Ist der Muskel hypertrophiert, wie z. B. bei Bodybuildern, so kann er einen Druck auf den N. ulnaris ausüben. Kommt es zu einem Überspringen des medialen Triceps-Kopfes über den Epicondylus humeri medialis, so kann der N. ulnaris durch die Reibung geschädigt werden (60).

1.4.2 Bereich des Epicondylus humeri medialis

Im Bereich des distalen Humerus nahe des Epicondylus humeri medialis kann aufgrund einer posttraumatischen Valgus- oder Varus-Deformität eine Kompression des N. ulnaris verursacht werden. Die Deformität ist Folge einer alten Verletzung im Bereich der Epiphyse des Condylus humeri lateralis oder einer schlecht verheilten suprakondylären Humerusfraktur. Die Latenz bis zum Auftreten der Symptomatik beträgt durchschnittlich 15 Jahre (1,60).

1.4.3 Bereich des Sulcus ulnaris

Im Bereich des Sulcus ulnaris können die Kompressionsursachen in drei Kategorien unterteilt werden: Läsionen innerhalb des Sulcus, Bedingungen außerhalb des Sulcus und die Subluxation oder Dislokation/Luxation des N. ulnaris.

Zur ersten Kategorie zählen Ursachen, die sich innerhalb des Sulcus ulnaris befinden wie z.B. Knochenfragmente nach einer Fraktur. Im Rahmen einer Arthritis des Ellenbogengelenkes, bei der es zu einer Synovitis, Ganglien und Knochenvorsprüngen im Sulcus kommt, kann der N. ulnaris durch diese

beeinträchtigt werden. In solchen Fällen ist die Symptomatik durch einen akuten Beginn mit starken Schmerzen medial des Ellenbogens charakterisiert (35). Weichteiltumore und Ganglien stellen ebenso wie Osteochondrome weitere Kompressionsursachen dar. Blutungen im Bereich des Sulcus bedingt durch ein Trauma oder eine Gerinnungsstörung (wie z.B. Hämophilie) sowie Infektionen (z.B. Tuberkulose) können ebenfalls zur Kompression des N. ulnaris führen. Als seltene Kompressionsursachen innerhalb des Sulcus sind ein venöser Plexus, eine mitlaufende dicke Vene oder Zysten bekannt (34). Im Rahmen einer metabolischen Störung mit Kalzium-Pyrophosphat-Dihydrat-Kristallablagerungen im Bereich des Ellenbogengelenkes kann ebenfalls ein SNUS hervorgerufen werden (67).

Die zweite Kategorie umfasst Ursachen, die sich außerhalb des Sulcus ulnaris befinden. Ein andauernder Druck von außen auf den Sulcus führt mit der Zeit zu einer Druckschädigung des N. ulnaris. Dies ist z.B. bei LKW-Fahrern der Fall, die oft den linken Ellenbogen während des Fahrens an der Fahrertür abstützen. Zu einem Druckschaden von außen kann es auch bei bettlägerigen Patienten oder bei falscher Lagerung während einer längeren Operation kommen. Ein weiterer Grund für eine Kompression von außen stellt ein abnormer M. anconeus epitrochlearis dar, der seinen Ursprung am medialen Rand des Olekranon hat und am Epicondylus medialis ansetzt.

Die dritte Kategorie der Schädigung des N. ulnaris im Bereich des Sulcus umfasst Ursachen, die eine Verlagerung des Nerven aus dem Sulcus heraus während Ellenbogen-Flexion und eine Rückbewegung in das ursprüngliche Bett während Ellenbogen-Extension bewirken. Dazu zählt die Subluxation, bei der der N. ulnaris bis zur Spitze des Epicondylus medialis gleitet und die Dislokation/Luxation, bei der der Nerv bis vor den Epicondylus medialis verlagert wird. Die Subluxation und die Dislokation können Folge einer angeborenen Schwäche der den Sulcus bedeckenden Bänder oder eines traumatischen Einrisses derselben sein. Ebenso kann durch eine kongenitale Hypoplasie der Trochlea humeri oder eine posttraumatische Deformität des Epicondylus medialis eine Subluxation oder Dislokation des N. ulnaris hervorgerufen werden.

Die Subluxation und Dislokation dürfen nicht mit der asymptomatischen Hypermobilität des N. ulnaris verwechselt werden, die in der gesunden

Bevölkerung bei ca. 28 % der Frauen und sogar bei der Hälfte der Männer vorhanden ist (45). Diese Hypermobilität stellt jedoch eine Prädisposition für eine Ulnaris-Schädigung dar, bedingt durch die ständige Reibung am Epicondylus medialis, bei einem Druck von außen (z.B. fester Gips in Beugstellung) oder bei einer Injektion bei medialer Epikondylitis (60).

1.4.4 Bereich des Eintritts zwischen die Köpfe des M. flexor carpi ulnaris

Beim Eintritt in den M. flexor carpi ulnaris läuft der N. ulnaris in einem Tunnel, dessen Wände durch den Humerus und die Köpfe des M. flexor carpi ulnaris gebildet werden und dessen Boden das Ligamentum collaterale mediale darstellt. Das Dach des Tunnels wird durch ein fibröses Band gebildet, das die Fortsetzung des Daches des Sulcus ulnaris darstellt und auch als Osborne-Ligament, „arcuate ligament“, „triangular ligament“ oder „humeroulnar arch“ bezeichnet wird (60).

Dieser Tunnel wurde im Jahr 1952 durch W. Feindel und J. Stratford Kubitaltunnel genannt. Sowohl der Begriff des Kubitaltunnel-Syndroms als auch der des Sulcusnervi-ulnaris-Syndroms werden oft als Synonym für ein Kompressionssyndrom des N. ulnaris irgendwo im Bereich des Ellenbogens verwendet, obwohl sie genau genommen nur eine Kompressionsneuropathie an der jeweils spezifischen Lokalisation bezeichnen.

Die anatomischen Verhältnisse innerhalb des Kubitaltunnels verändern sich zwischen Ellenbogen-Beugung und -Streckung und damit auch die Platzverhältnisse für den N. ulnaris. Wird das Ellenbogengelenk gebeugt, so spannt sich das Osborne-Ligament an, während sich das Ligamentum collaterale mediale entspannt und in den Kubitaltunnel vorwölbt. Dadurch wird der Kubitaltunnel von zwei Seiten eingeengt und der Querschnitt des Tunnels verformt sich von einer normalerweise ovalen Form in eine flache Ellipse. Dies zieht eine Steigerung des Druckes innerhalb des Tunnels um das 7-fache nach sich. Wird gleichzeitig der M. flexor carpi ulnaris kontrahiert, so steigt der Druck sogar um das 20-fache an. Dieser Druckanstieg bewirkt nicht nur eine mechanische Deformierung des N. ulnaris, sondern vor allem eine eingeschränkte intraneurale Blutzirkulation (10,60).

1.4.5 Bereich des Austritts aus dem M. flexor carpi ulnaris

Nachdem der N. ulnaris den Kubitaltunnel verlassen hat, verläuft er auf einer Strecke von ca. 5 cm intramuskulär durch den M. flexor carpi ulnaris. Beim Austritt aus diesem Muskel durchbohrt der Nerv eine Faszie, um dann zwischen dem M. flexor digitorum superficialis und profundus zu liegen zu kommen.

Beim Durchtritt durch die Faszie, die auch als Flexor-Pronator-Aponeurose bezeichnet wird, kann der N. ulnaris komprimiert werden. Des Weiteren führt jegliche Narbenbildung in diesem Verlauf zu einer eingeschränkten Beweglichkeit des N. ulnaris, die normalerweise bei Ellenbogen-Beugung und -Streckung ca. 16mm beträgt, und damit zu einem Traktionstrauma des Nerven (60).

1.4.6 Das idiopathische SNUS

Bei einem Viertel bis einem Drittel der Fälle kann keine Ursache für die Ulnaris-Symptomatik gefunden werden (3).

In diesen idiopathischen Fällen tritt das SNUS bei einem Drittel kombiniert mit einem Karpaltunnelsyndrom auf (71).

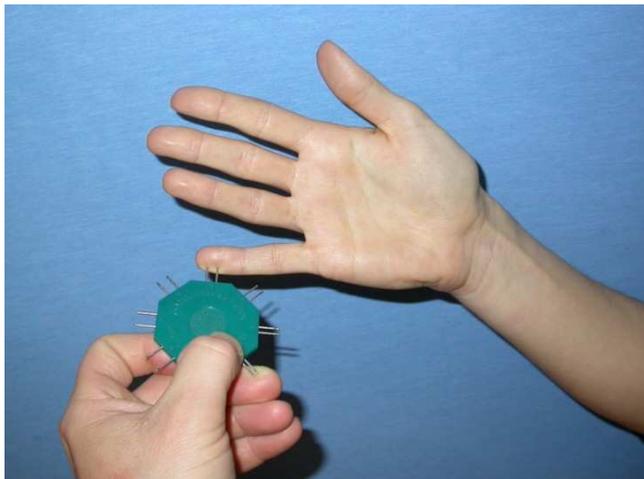
1.5 Diagnostik

Neben der typischen Symptomatik, die bei der Inspektion und der Anamnese auffällt, können folgende Untersuchungen zur Diagnosesicherung durchgeführt werden.

1.5.1 Sensibilitätsprüfung

Ein erster Hinweis auf eine Sensibilitätsstörung ergibt sich, wenn beim seitengleichen Bestreichen des 4. und 5. Fingers vom Patienten eine Seitendifferenz zwischen der rechten und der linken Hand bemerkt wird.

Mit Hilfe der statischen 2 Punkte-Diskriminations-Messung wird an den Fingerkuppen der geringste Abstand zwischen zwei Punkten bestimmt, bei dem diese vom Patienten gerade noch als zwei getrennte Punkte wahrgenommen werden können. Die Messung wird einzeln für die Fingernerven X, IX und VIII durchgeführt. Der Normwert liegt zwischen 4 und 6 mm (31).



*Abb. 3 Messung der statischen Zwei-Punkte-Diskrimination
(Weber-Rädchen)*

1.5.2 Prüfung der Motorik

1.5.2.1 FROMENT-Zeichen

Das FROMENT-Zeichen gilt als positiv, wenn der Patient bei dem Versuch, ein Blatt Papier zwischen Daumenendgelenk und Zeigefingergrundglied festzuhalten, den Daumen automatisch im Endgelenk beugt. Dieser kompensatorische Einsatz

des medianusinnervierten M. flexor pollicis longus weist auf eine Schwäche des ulnarisversorgten M. adductor pollicis und M. interosseus dorsalis I hin (31).

1.5.2.2 Überkreuzen des Zeige- und Mittelfingers

Ist das Überkreuzen des Zeige- und Mittelfingers abgeschwächt oder nicht möglich, so kann daraus auf eine Schwäche des M. interosseus palmaris I und M. interosseus dorsalis II geschlossen werden (31).

1.5.2.3 Kraftmessung im Grob- und Spitzgriff

Mit Hilfe eines Dynamometers wird die Kraftentwicklung sowohl im Grob- als auch im Spitzgriff objektiviert. Die Kraftmessung kann im Seitenvergleich mit der gesunden Hand erfolgen (31).



**Abb. 4a: Kraftmessung im Grobgriff
(Jamar-Dynamometer)**



**Abb. 4b: Kraftmessung im Spitzgriff
(Pinch-Gauge)**

1.5.2.4 Adduktion des Kleinfingers

Bei einer Schwäche des M. interosseus palmaris III ist die Adduktion des Kleinfingers eingeschränkt oder unmöglich.

Beim Versuch, den Zeige- mit dem Kleinfinger zusammenzubringen, kann zusätzlich zum M. interosseus palmaris III auch der M. interosseus palmaris I überprüft werden (31).

1.5.2.5 Vollständiger Faustschluss

Ist der M. flexor digitorum profundus IV + V geschwächt, so lassen sich der Klein- und Ringfinger aus der geschlossenen Faust des Patienten herausbiegen.

Bemerkung:

Beim Vorhandensein einer Martin-Gruber-Verbindung (Austausch motorischer Fasern zwischen dem N. ulnaris und dem N. medianus in Höhe des Unterarms) können die motorischen Funktionen auch bei einem geschädigten N. ulnaris erhalten bleiben (31).

1.5.3 Weitere diagnostische Tests

1.5.3.1 Ellenbogen-Beuge-Test

Bei maximaler Flexion im Ellenbogengelenk und Dorsalextension im Handgelenk und gleichzeitigem Druck von außen auf den Sulcus ulnaris kommt es innerhalb von 30 sec zur Auslösung oder Verstärkung der Parästhesien und Schmerzen (11). Dieser Test wird von C.B. Novak als sensitivster Test in der Diagnostik des SNUS bezeichnet (54).

1.5.3.2 HOFFMANN-TINEL-Zeichen

Ein positives HOFFMANN-TINEL-Zeichen liegt vor, wenn durch Beklopfen des Sulcus ulnaris ein elektrisierender Schmerz ausgelöst werden kann. Es ist nur bei deutlicher Seitendifferenz aussagekräftig (31).

1.5.3.3 Palpation

Um eine Subluxationstendenz des N. ulnaris festzustellen, wird dieser im Bereich des Sulcus ulnaris palpiert, während der Patient abwechselnd Flexions- und Extensionsbewegungen im Ellenbogengelenk durchführt (31).

1.5.4 Elektrophysiologie

Neben der klinischen Untersuchung kommt der Elektrophysiologie eine bedeutende Rolle in der Diagnostik des SNUS zu. Wenn auch manche Autoren der Ansicht sind, alleine mit der klinischen Untersuchung eine ausreichende Diagnostik des SNUS durchführen zu können (25), so befürworten doch die Meisten eine Kombination aus klinischer Untersuchung und Elektrophysiologie (29,31,62). Die elektrophysiologischen Untersuchungen sind vor allem dann hilfreich, wenn die Lokalisation der Läsion klinisch nicht eindeutig festzustellen ist, oder wenn der Schweregrad der Ulnarisläsion beurteilt werden soll (29,36).

Die motorische Nervenleitgeschwindigkeit gilt vor der Nervenaktionspotential-Amplitude als der bedeutendste Parameter (34,36,63). Am Ellenbogen gemessen und vom M. abductor digiti minimi abgeleitet, wird sie als pathologisch eingestuft, wenn sie 50 m/s unterschreitet (36). Laut einer rezenten Studie ist die Ableitung vom M. flexor carpi ulnaris mit einer Sensitivität von 93 % der Ableitung vom M. abductor digiti minimi mit einer Sensitivität von 71,4 % vorzuziehen (41).

Wird die Messung der Nervenleitgeschwindigkeit nicht nur am Ellenbogen, sondern an verschiedenen Segmenten des N. ulnaris durchgeführt, so können auch andere Lokalisationen der Läsion als im Bereich des Sulcus ulnaris diagnostiziert werden, wie z.B. die seltenere, aber wichtige Kompression durch die STRUTHERS-Arkade (36,55).

Die elektrophysiologischen Befunde sind allerdings beim Vorliegen einer Polyneuropathie oder anderen neurologischen Erkrankungen mit Vorsicht zu interpretieren. Ebenso ist zu berücksichtigen, dass die Ergebnisse der elektrophysiologischen Untersuchung nicht ganz objektiv sind, sondern auch von der die Messung durchführenden Person abhängen (36).

Es konnte gezeigt werden, dass auch solche Patienten klinisch von einer Operation profitieren, bei denen die elektrophysiologische Untersuchung trotz vorhandener klinischer Symptome normal ausfällt. Ein negativer

elektrophysiologischer Befund stellt also die Indikation zum operativen Vorgehen nicht in Frage (68). Anders herum kann es auch vorkommen, dass pathologische elektrophysiologische Befunde bei nicht-erkrankten Personen oder am gesunden Arm auftreten (31).

Um die optimale Schlussfolgerung aus dem elektrophysiologischen Befund ziehen zu können, ist sowohl die Verwendung der aktuellsten und sensitivsten Technik von seiten des Labors als auch die Kenntnis der Prinzipien der Elektrophysiologie von seiten des behandelnden Arztes erforderlich (29).

1.5.5 Bildgebung

Neben der klinischen Untersuchung und der Elektrophysiologie hat die Bildgebung durch die technischen Fortschritte immer mehr an Bedeutung gewonnen. Sie ist eine diagnostische Bereicherung sowohl für die genaue Lokalisation der Läsion, als auch für die Beurteilung der Ätiologie sowie für den Ausschluss von Differentialdiagnosen.

Mit Hilfe der Magnetresonanz-Tomographie und der Sonografie kann der Nerv mit seiner Umgebung visualisiert werden. In derzeit laufenden Studien sollen Normwerte ermittelt werden. Knöchernen Abnormitäten lassen sich am besten mittels Röntgen oder Computertomographie darstellen (30).

1.6 Differentialdiagnosen

1.6.1 Distales Ulnaris-Kompressions-Syndrom

Klinisch ist die distale Kompression des N. ulnaris in der Loge de GUYON dadurch abzugrenzen, dass, im Gegensatz zum SNUS, keine Sensibilitätsstörung im Bereich der ulnaren Handkante und des Handrückens vorliegt. Die anatomische Grundlage hierfür, ist der Abgang des R. dorsalis n. ulnaris vom Hauptstamm des Nerven in Höhe des distalen Unterarms, also proximal der Guyon-Loge.,

Des Weiteren ist hierbei oft ein Druckschmerz über dem Hypothenar zu finden. Auch elektrophysiologisch lässt sich ein distales von einem proximalen Ulnaris-Kompressions-Syndrom unterscheiden (31).

1.6.2 C₈- Radikulopathie

Neben den zusätzlichen Schmerzen im Bereich der Halswirbelsäule, der Schulter und der Skapula, lässt sich die C₈-Radikulopathie, die meist durch einen zervikalen Bandscheibenvorfall hervorgerufen wird, dadurch abgrenzen, dass zusätzlich zu den vom N. ulnaris versorgten Muskeln auch noch weitere Muskeln von der Parese betroffen sind (31). Letzteres lässt sich oft nur elektromyografisch nachweisen (z.B. Teilparese des M. triceps brachii bei C₈-Läsion).

Der positive Ausfall des Nackenkompressionstests nach Spurling liefert einen weiteren Hinweis auf das Vorliegen einer zervikalen Diskopathie (48).

1.6.3 Polyneuropathie

Die Polyneuropathie ist meist durch ein generalisiertes und nicht nur lokales Auftreten der Beschwerden gekennzeichnet (31). Die Sensibilitätsstörungen umfassen alle Finger der Hand und steigen mit zunehmender Ausprägung nach proximal auf, was zu einem handschuhartigen Muster führt.

Hierbei ist häufig die untere Extremität durch ein strumpffartiges Ausfallsmuster der Sensibilität mitbeteiligt.

1.6.4 Systemerkrankungen

Systemerkrankungen wie Myopathien, Syringomyelie oder die Amyotrophe Lateralsklerose können zu ähnlichen Krankheitsbildern wie dem SNUS führen.

Die isolierte Atrophie der Muskulatur ohne sonstige Ulnaris-Symptome, wie Sensibilitätsstörungen und Schmerzen, lässt bei rascher Progredienz den Verdacht auf eine Amyotrophe Lateralsklerose aufkommen (31).

1.6.5 Thoracic-outlet-Syndrom

Die vom Patienten empfundenen Sensibilitätsstörungen befinden sich nicht nur im Bereich der Hand, sondern auch am ulnaren Unterarm und sind abhängig von der Bewegung der Halswirbelsäule und des Schultergelenkes (31).

1.6.6 Kamptodaktylie

Die Kamptodaktylie ist eine meist beidseitige Beugekontraktur im proximalen Interphalangeal-Gelenk des Kleinfingers, seltener auch der übrigen Langfinger, für die eine genetische Disposition besteht. Sie resultiert aus einer muskulo-ligamentären Dysbalance.

Sind der Ring- und Kleinfinger betroffen, so ähnelt der Befund einer Krallenhand. Im Gegensatz zum SNUS ist eine normale Sensibilität und keine Muskelatrophie vorhanden. Der pathognomonische Röntgenbefund der Mittelgelenke sichert die Diagnose der Kamptodaktylie (31).

1.7 Klassifikation

Bei der Verwendung der präoperativen Klassifikationssysteme finden sich regionale Unterschiede zwischen den Kontinenten. In Japan werden vor allem die Klassifikationen nach Alkahori, nach McGowan und die Yokohama- (bzw. Yasutake- Klassifikation) gebraucht, wohingegen in Europa und Amerika die McGowan- und die Dellon-Klassifikation am häufigsten Verwendung finden (4).

1.7.1 Alkahori-Klassifikation

Die Alkahori-Klassifikation unterscheidet 5 Schweregrade: Grad I bis V. Ausschlaggebend für die Zuteilung zu den verschiedenen Graden ist einerseits der elektrophysiologische Befund (motorische und sensible Nervenleitgeschwindigkeit) und andererseits der klinische Befund (sensibel: Ellenbogenbeugetest, Hypästhesien, Analgesie und motorisch: Muskelschwäche und -atrophie sowie Fingerdeformitäten) (4).

1.7.2 Yasutake-Score

Die Yokohama- (Yasutake-) Klassifikation basiert auf einem Punktesystem, bei dem der Score aus der Summe der Punkte der folgenden vier Kategorien gebildet wird:

Parästhesien und Schmerzen (max. 30 Punkte)

Muskelschwäche und -atrophie (max. 30 Punkte)

Fingerdeformitäten (max. 20 Punkte)

2-Punkte-Diskrimination (max. 20 Punkte).

Der maximale Yasutake-Score ist mit 100 Punkten erreicht, wenn in allen vier Kategorien die maximale Ausprägung der Symptome vorliegt (2).

1.7.3 McGowan-Klassifikation

In der McGowan-Klassifikation werden die Schweregrade in 3 Gruppen gegliedert: Grad I, II und III, wobei der zweite Grad noch einmal unterteilt wird in Grad IIA und IIB.

Dem Grad I werden minimale Beschwerden mit Parästhesien und Dysästhesien ohne Muskelschwäche bzw. -atrophie zugeordnet.

Grad II umfasst mittlere Beschwerden mit zusätzlicher Muskelschwäche bzw. -atrophie, wobei jedoch eine Restkraft erhalten bleibt.

Zum Grad III gehören schwere Beschwerden mit einer Paralyse der Mm. interossei und einer ausgeprägten Muskelschwäche der Hand.

Die Unterteilung in die Untergruppen IIA und IIB geschieht einerseits aufgrund des Schweregrads der Symptome, andererseits erfolgt die Zuordnung zum Grad IIB aufgrund des Vorliegens von zusätzlichen, die Nerven beeinträchtigenden Faktoren, wie einem Alter über 40 Jahren, eines Diabetes mellitus, einer zervikalen Spondylose, oder bei Alkoholismus.

Aufgrund der Einfachheit, der guten Reliabilität, Reproduzierbarkeit und Korrelation der Schweregrade mit der postoperativen Prognose, ist das McGowan-System den anderen Klassifikationssystemen vorzuziehen (4).

1.7.4 Dellon-Klassifikation

Das Dellon-Klassifikationssystem unterscheidet 3 Schweregrade: mild, moderat und schwer. Diese Unterteilung beruht auf pathophysiologischen Vorgängen am komprimierten Nerven.

Das milde Stadium entspricht einer gestörten Blut-Nerven-Schranke gefolgt von einem endo- und subperineuralen Ödem, im moderaten Stadium kommt es zur Demyelinisierung und beim schweren Stadium liegt eine Degeneration der Axone vor. Diese pathophysiologischen Befunde finden ihre Entsprechung in der klinischen Symptomatik: beim Zusammenbruch der Blut-Nerven-Schranke kommt es zuerst zu intermittierenden, später, bei einer intraneuralen Fibrosierung, zu persistierenden Parästhesien. Diesen Beschwerden folgt eine messbare Abnahme des Vibrationsempfindens.

Das schwere Stadium der Axondegeneration äußert sich in einer Verschlechterung der 2-Punkte-Diskrimination. Analog des Verlaufs der sensiblen Beschwerden, finden sich bei den motorischen Symptomen zuerst eine Muskelschwäche und später im schweren Stadium eine Muskelatrophie.

Auch die elektrophysiologischen Befunde spiegeln die pathophysiologischen Schäden am Nerven wider, werden aber in der Dellon-Klassifikation nicht berücksichtigt, da sie nicht das milde Stadium erfassen können. Liegt eine Demyelinisierung vor, so ist die Nervenleitgeschwindigkeit herabgesetzt und die distale Latenz verlängert. Ist es schon zur Axondegeneration gekommen, so findet man eine reduzierte Summenpotentialamplitude (4,15).

1.7.5 Postoperative Klassifikation

Zur Einteilung in postoperative Schweregrade existieren verschiedene Systeme, wie z.B. das Akahori-System, das Messina und Messina-System oder das Wilson und Krout-System, die sich alle darin ähneln, dass sie den Operationserfolg in vier Stufen einteilen: sehr gut („excellent“), gut („good“), mäßig („fair“), schlecht („poor“).

Die vier Stufen haben folgende Bedeutung:

Sehr gut:

keine Restsymptomatik, weder sensibel noch motorisch, eventuell minimale sensible Defizite.

Gut:

generell keine Restsymptomatik, gelegentlich Hypästhesien und Muskelschwäche.

Mäßig:

verbessertes Beschwerdebild nach der Operation, aber mit anhaltenden Sensibilitätsstörungen und persistierender Muskelschwäche, Muskelatrophie und Krallenhand.

Schlecht:

Keine Verbesserung der Symptome nach der Operation oder sogar Verschlechterung (4).

Das Bishop-Rating-System unterscheidet ebenfalls die oben genannten vier Stufen und basiert auf einem 12-Punkte-System, das die Zufriedenheit des Patienten, die Verbesserung durch die Operation, den Schweregrad der

Restsymptomatik, die Arbeitsfähigkeit, die Freizeitaktivitäten, die Kraft und die Sensibilität berücksichtigt (37).

Neben diesem relativ einfachen vierstufigen System existieren eine Reihe weiterer Systeme zur Beurteilung des postoperativen Erfolges, die allerdings wesentlich komplizierter aufgebaut sind, wie z.B. der 100-Punkte-Fragebogen nach Rettig oder das Neun-Stufen-System nach Amadio (4,6).

1.8 Therapeutische Möglichkeiten

1.8.1 Konservativ

In manchen Fällen kann auch ohne chirurgische Intervention eine Besserung sowohl der klinischen Beschwerden als auch der elektrophysiologischen Befunde herbeigeführt werden. Durch die Aufklärung des Patienten bezüglich Armhaltung und Bewegungen, die eine Kompression des Nerven fördern, und entsprechende Vermeidung dieser Haltungen und Bewegungen von Seiten des Patienten kann eine spontane Besserung der Symptomatik erzielt werden (57).

Die Immobilisation mit Hilfe einer Schiene kann ebenfalls eine Verbesserung der klinischen Symptome und der elektrophysiologischen Befunde bewirken. Zwar können Glukokortikoidinjektionen einen langfristig günstigen Einfluss auf Nervenkompressionssyndrome haben, aber die zusätzliche Injektion von Steroiden während der Ruhigstellung liefert beim SNUS keinen weiteren Erfolg (32).

Im Widerspruch zur Immobilisation steht der Ansatz einer gezielten Bewegungstherapie, die ebenfalls gute Erfolge bezüglich der Verbesserung der klinischen Symptome zeigt (13).

1.8.2 Operativ

Im Rahmen der operativen Therapiemöglichkeiten stehen die einfache Dekompression, die verschiedenen Formen der Vorverlagerung, sowie die mediale Epikondylektomie zur Auswahl. Die OP-Techniken, die von Green et al. umfassend beschrieben worden sind, werden im Folgenden kurz dargestellt (44).

1.8.2.1 Einfache Dekompression

Die typische Indikation für die einfache Dekompression sind leichte oder intermittierende Beschwerden bei nicht subluxiertem Nerv, unauffälliger knöcherner Anatomie, Schmerzfreiheit im Bereich des medialen Epikondylus und intraoperativer Bestätigung der Kompression durch die Aponeurose des M. flexor carpi ulnaris.

Die einfache Dekompression beginnt unter Tourniquet mit einer ca. 6 – 10 cm langen Inzision entlang des Verlaufs des N. ulnaris. Der Mittelpunkt der Inzision befindet sich zwischen dem medialen Epikondylus und dem Olekranon. Bei dieser posterioren Schnittführung werden der mediale brachiale und antebrachiale Zweig des Nervs nicht getroffen, allerdings ist bei weiter anteriorer Schnittführung sorgfältig die Schonung dieser Nervenzweige zu beachten. Der N. ulnaris wird im proximalen Schnittbereich dargestellt und markiert.

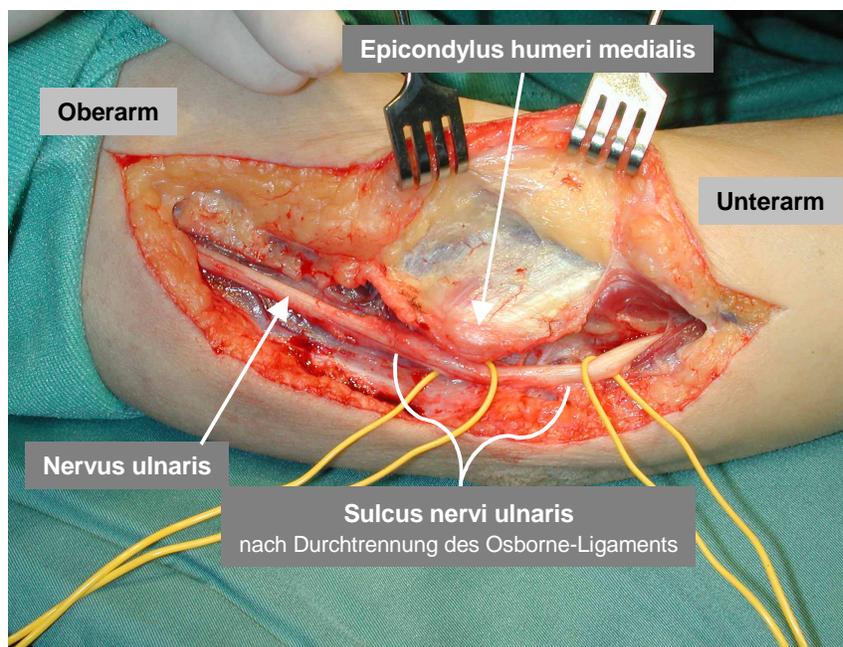


Abb. 5 Intraoperativer Situs nach einfacher Dekompression

Das Osborne-Ligament wird von proximal nach distal durchtrennt, dann wird der Nerv zwischen den beiden Köpfen des M. flexor carpi ulnaris freigelegt. Die aufliegende Faszie wird gespalten und der Nerv wird bis zur Mitte des proximalen Drittels des Unterarmes freigelegt. Die motorischen Äste zum M. flexor carpi ulnaris werden dargestellt und erhalten. Der N. ulnaris wird in seinem Bett belassen.

Der Ellbogen wird nun in mehreren Achsen durchbewegt und der N. ulnaris wird hierbei auf mögliche Subluxation überprüft. Im Falle von Subluxation des Nervs können alternativ eine Vorverlagerung oder eine Epikondylektomie zur Anwendung kommen.

Das Tourniquet wird nun abgelassen und entfernt. Die Wunde wird inspiziert und sorgfältige Blutstillung durchgeführt. Das subkutane Gewebe wird angenähert, anschließend wird die Wunde verschlossen. Je nach Behandlungsregime wird danach für 10 Tage ein Gipsverband angelegt oder eine frühzeitige Mobilisation des Ellbogens durchgeführt.

1.8.2.2 Subkutane Vorverlagerung

Die Indikation zur subkutanen Vorverlagerung ist bei Subluxation des N. ulnaris sowie bei allen anatomischen Varianten oder sonstigen Störungen im anatomischen Verlauf des Nervs gegeben, die zu einer Kompression des Nervs führen, beispielsweise Tumoren, Ganglien, Osteophyten, Valgusdeformitäten oder –instabilitäten. Bei der subkutanen Vorverlagerung wird der Nerv in ein oberflächlich verlaufendes Bett verlagert.

Unter Tourniquet wird eine ca. 15 cm lange gebogene Längsinzision posterior des medialen Epikondylus, hier der Mittelpunkt des Schnitts, durchgeführt.

Der mediale und der mediale antebrachiale kutane Nerv werden proximal des Ellbogens freigelegt, dargestellt und mobilisiert. Der N. ulnaris wird proximal des Ellbogens aufgesucht und mit einer Penrosedrainage markiert. Proximal des medialen Epikondylus (ca. 8 cm) wird das Vorliegen einer STRUTHERS-Arkade überprüft. Bei positivem Befund wird das Septum intermusculare brachii mediale von der Arkade gelöst.

Die dem N. ulnaris aufliegende Faszie wird von proximal nach distal gespalten. Das Retinaculum wird durchtrennt und der N. ulnaris wird zwischen den beiden Köpfen des M. flexor carpi ulnaris freigelegt. Die Faszien-spaltung des M. flexor carpi ulnaris wird nach distal für ca. 5 cm distal des Epicondylus medialis fortgeführt, wo der N. ulnaris die Flexoren–Pronatoren-Aponeurose durchbricht. Die Aponeurose wird inzidiert. Die weitere Aponeurose zwischen dem M. flexor digitorum superficialis und dem Caput humerale des M. flexor carpi ulnaris wird gelöst, um Einengungen und Abknicken des Nervs zu verhindern.

Die motorischen Äste des Nervs zum M. flexor carpi ulnaris und zum M. flexor digitorum profundus werden geschont und mobilisiert, um eine ungestörte anteriore Vorverlagerung des N. ulnaris zu ermöglichen. Gelegentlich ist eine Freilegung des ersten muskulären Astes im Sinne einer faszikulären Neurolyse über ca. 2 cm erforderlich, um einen ungeknickten Verlauf des Nervs nach Vorverlagerung sicher zu stellen. Der N. ulnaris wird anterior in einen subkutanen Verlauf verlagert und auf seinen geraden und knickfreien Verlauf überprüft.

Die Faszie des anterioren Hautlappens wird nun im Bereich des medialen Epikondylus auf ca. 2 cm mit der antebrachialen Faszie durch Naht verbunden, um somit den Nerv in seinem neuen anterioren Verlauf zu halten.

Das subkutane Gewebe wird angenähert, anschließend wird die Wunde verschlossen. In den meisten Fällen wird für 10 Tage eine Oberarmschiene angelegt. Danach wird steigernd mobilisiert.

1.8.2.3 Submuskuläre Vorverlagerung

Bei der submuskuläre Vorverlagerung wird der Nerv in ein Bett zwischen M. flexor digitorum superficialis und M. pronator teres verlagert.

Die Freilegung und Dekompression des N. ulnaris wird in der gleichen Weise durchgeführt wie zuvor unter der subkutanen Vorverlagerung beschrieben. Lediglich die Schnitfführung, ca. 15 – 20 cm lang mit dem Mittelpunkt knapp posterior des medialen Epikondylus, ist unterschiedlich.

Wenn die Technik im Rahmen einer Revision durchgeführt wird, wird der N. ulnaris sowohl proximal als auch distal der Wunde im gesunden Gewebe

dargestellt und unter weitest möglicher Schonung der muskulären Nervenäste und der Begleitgefäße durch den Ellenbogen verfolgt. Der Darstellung der kutanen Äste, die häufig durch Narbengewebe verlegt und verwachsen sind, wird besondere Sorgfalt bei der Darstellung gewidmet.

Der anteriore Hautlappen wird nach lateral soweit angehoben, dass die bicipitale Aponeurose eingesehen werden kann. Die darüberliegende Faszie wird inzidiert, der N. medianus wird dargestellt und angeschlungen. Die Verletzung der in diesem Gebiet und im Bereich des Septums zahlreichen, z.T. querverlaufenden, Venen ist sorgfältig zu vermeiden.

Die Nn. medianus und ulnaris werden mit Schlingen nach seitlich weggehalten, um die Flexoren-Pronatoren Muskeln freizulegen. Nun wird die Flexoren-Pronatoren Muskelgruppe mit dem Finger stumpf distal des medialen Epikondylus vom M. flexor digitorum superficialis abgehoben.

Die Flexoren-Pronatoren Muskeln werden ca. 1 bis 2 cm distal des medialen Epikondylus durchtrennt und nach distal weggeklappt. Die Verletzung des ulnaren Kollateralligaments ist sorgfältig zu vermeiden.

Das Tourniquet wird entfernt und Blutstillung durchgeführt. Der N. ulnaris wird jetzt in einen parallelen Verlauf neben den N. medianus verlagert. Bei gebeugtem Ellenbogen und proniertem Unterarm wird die Flexoren-Pronatoren Muskelgruppe wieder anatomisch zurückverlagert und vernäht. Das subkutane Gewebe und die Haut werden verschlossen.

Der Ellbogen wird in 90° Beugung mit Gipsverband fixiert. Um Nervenverwachsungen zu verhindern ist nach 5 bis 10 Tagen mit der Mobilisierung zu beginnen. Uneingeschränkte Beweglichkeit im Ellbogengelenk sollte nach 3 Wochen wieder gewährleistet sein, Belastung ist dennoch für 6 bis 8 Wochen zu vermeiden.

Physikalische Therapie ist nach dieser Technik regelmäßig zur Mobilisierung und Stärkung erforderlich.

1.8.2.4 Intra- bzw. transmuskuläre Vorverlagerung

Bei der intra- bzw. transmuskulären Vorverlagerung wird der Nerv in einen ca. 5 mm tiefen Schnitt im M. pronator teres verlagert.

Die Freilegung und Dekompression des Nervs erfolgt analog des Vorgehens für die subkutane Vorverlagerung.

Der proximale Rand der Faszie des M. pronator teres wird zusammen mit dem medialen Septum intermusculare von der Höhe des mittleren Humerus bis zum Ellbogen durchtrennt. Der N. ulnaris wird mobilisiert und nach anterior verlagert.

Der Nerv wird nun hinter den medialen Epikondylus gelegt, und nach Vorverlagerung wird im M. pronator teres ein ca. 5 mm tiefer Kanal geschaffen. Um ein weiches und gut vaskularisiertes Bett für den Nerv zu schaffen, werden die Septen, die die Flexoren und Pronatoren trennen, durchtrennt.

Der Nerv wird nun in das neu geschaffene Bett verlagert. Unter 90° Flexion des Ellbogens und maximaler Pronation des Unterarms wird die Faszie des Muskels wieder verschlossen.

Die freie Beweglichkeit des Nervs im neuen Bett wird überprüft, es folgt der Verschluss des subkutanen Gewebes und der Haut.

Postoperativ wird der Ellbogen in 90° Flexion und U nterarmpronation um 45° im Gipsverband für 3 Wochen fixiert. Danach wird mit Übungen begonnen, zunächst zur Steigerung der aktiven Beweglichkeit, später der passiven Beweglichkeit und zum Muskelaufbau.

1.8.2.5 Mediale Epikondylektomie

Unter Tourniquet wird eine ca. 12 bis 15 cm lange Inzision mit dem Mittelpunkt über dem medialen Epikondylus durchgeführt.

Die medialen antebrachialen Hautnerven werden dargestellt und geschont. Der N. ulnaris wird identifiziert und vorsichtig im proximalen Anteil der Inzision posterior des medialen intermuskulären Septums retrahiert.

Das Kubitaltunnelretinakulum wird gespalten und der N. ulnaris wird zwischen den beiden Köpfen des M. flexor carpi ulnaris freigelegt. Die überspannende Faszie wird durchtrennt und der Nerv wird bis zur Mitte des proximalen Drittels des Unterarms freigelegt. Die motorischen Äste zum M. flexor carpi ulnaris werden dargestellt und geschont. Der Nerv wird in seinem Bett belassen.

Der komplette mediale Epikondylus wird nun bis auf das Periost freigelegt. Der Flexoren-Pronatorenursprung wird jetzt vom Epikondylus abgetrennt und nach distal zurückgeklappt.

Mit einem 2,5 cm Osteotom wird der Übergang vom dia- zum metaphysalen Teil des Epikondylus als Grenze der Osteotomie markiert. Das Osteotom wird dann zwischen der sagitalen und der coronaren Ebene des medialen Epikondylus angesetzt und der epikondyläre und der distale Anteil der suprakondylären Kante wird zusammen mit dem anhaftenden medialen intermuskulären Septum entfernt. Die Verletzung des Ellbogengelenks und die Durchtrennung des ulnaren Kollateralbandes sind sorgfältig zu vermeiden. Die Oberfläche der Osteotomie wird sorgfältig geglättet.

Der Flexoren-Pronatorenursprung wird mit einem 3-0 resorbierbaren Faden mit verdeckten Knoten, um Irritationen des Nerven zu vermeiden, am Periost, das zuvor den Epikondylus umgab, fixiert. Der N. ulnaris kann nun in eine anteriore Position gleiten.

Die Wiederherstellung des Flexoren-Pronatorenursprungs ist, um Ellbogenbeugekontrakturen zu vermeiden, in Extension des Unterarms durchzuführen. Der Ellbogen wird jetzt in mehreren Ebenen durchbewegt, um die ungehinderte Beweglichkeit des N. ulnaris in seinem neuen Verlauf zu überprüfen. Nach dem Wundverschluss wird ein weicher Kompressionsverband angelegt. Frühe aktive Mobilisierung wird empfohlen.

1.9 Fragestellung

Die Frage nach der besten chirurgischen Vorgehensweise beim SNUS ist nach wie vor umstritten. Die einfache Dekompression hat sich in den letzten Jahren gegenüber der weit verbreiteten Methode der Vorverlagerung mehr und mehr durchsetzen können.

Die Verfechter der einfachen Dekompression behalten sich weiterführende chirurgische Maßnahmen für besondere Indikationsstellungen vor, wie z.B. die Vorverlagerung bei extremer Cubitus-valgus-Stellung, bei Subluxation des N. ulnaris oder bei anatomischen Gegebenheiten, die eine Verlagerung aus dem ursprünglichen Bett erfordern (5,8,56).

Aufgrund eines Mangels an vergleichenden Studien bleibt nach wie vor offen, welche von den angeführten Methoden den besten Erfolg liefert. Bei geringer Ausprägung der Symptome deuten Studien darauf hin, dass alle Methoden gleichwertig sind. Eine Studie ist bekannt, die zu dem Ergebnis kommt, dass bei mittlerer Ausprägung die submuskuläre Verlagerung tendenziell besser Langzeitergebnisse bringt; sie stellt jedoch eine sehr invasive Methode dar (46).

Eine rezente prospektiv randomisierte Studie zeigt, dass beim schweren SNUS keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Operationserfolges zwischen der einfachen Dekompression und der submuskulären Vorverlagerung bestehen (20).

Die von der Österreichischen Gesellschaft für Handchirurgie für das Jahr 2005 durchgeführte Erhebung (Anlage 1) hat zum Ziel, die in Österreich angewandte präoperative Diagnostik und die Indikationsstellung vor operativer Therapie beim SNUS, die angewandten chirurgischen Verfahren sowie die postoperative Therapie und mögliche Komplikationen zu erfassen.

Die vorliegende Arbeit wertet das Ergebnis dieser Erhebung aus und korreliert die in Österreich angewandten Behandlungsstrategien mit den in der Literatur beschriebenen Ergebnissen.

2 Material und Methoden

Für das Jahr 2005 wurde österreichweit eine Erhebung zum Stand der Diagnostik und Therapie des Sulcus-nervi-ulnaris-Syndroms durchgeführt. Alle Klinikabteilungen und mit Mitgliedschaft in der Landesgesellschaft Ihres Fachgebietes niedergelassenen Chirurgen, Unfallchirurgen, Orthopäden, Neurochirurgen und Plastischen Chirurgen wurden hierzu mit einem Fragebogen angeschrieben. Doppelerfassungen wurden ausgeschlossen.

2.1 Aufbau und Inhalt des Fragebogens

2.1.1 Differenzierte Quantifizierung des OP- Aufkommens

Mit dem Fragebogen wurden alle operativ tätigen Fachabteilungen adressiert, die in Österreich die operative Therapie bei SNUS durchführen. Ziel der **nach Fachgebieten unterscheidenden Erfassung** mit Frage 1 war es, hierdurch auch im Folgenden identifizieren zu können, ob sich in den unterschiedlichen Fachabteilungen eine Präferenz für eine bestimmte OP- Technik oder ein prä- bzw. postoperatives Programm erkennen lässt.

Die zweite Frage zielt auf die Gesamtzahl der in den angeschriebenen Kliniken und Abteilungen **pro Jahr durchgeführten OPs** ab. Absicht hierbei ist es, den Anteil der SNUS OPs am Gesamtoperationsumfang der Kliniken zu ermitteln.

Die folgende Frage erfasst die Zahl der in der Abteilung **pro Jahr durchgeführten SNUS OPs**.

2.1.2 Präoperative Diagnostik und Indikationsstellung

Die folgenden drei Fragen erfassen die präoperative Diagnostik, konservative Therapieversuche und Kriterien der Indikationsstellung für die operative Therapie. Die in der **präoperative Diagnostik** üblicherweise angewandten Verfahren (klinische Symptomatik, Elektromyographie/ Nervenleitgeschwindigkeit, Röntgen Ellbogen, Röntgen Halswirbelsäule, Computertomographie, Magnetresonanztomographie, Sonographie) werden zur Auswahl gestellt und in der Häufigkeit

erfasst. Mehrfachnennungen sind möglich. Über die angegebenen Verfahren hinausgehende Diagnostik wird als Freitext erfasst.

Möglicherweise präoperativ durchgeführte physikalische Therapie, Steroidinfiltrationen, nicht-steroidale Antirheumatika oder andere **konservative Therapieversuche** werden mit der Folgefrage identifiziert.

Da für die **OP-Indikation die Krankheitsdauer** z.T. als Kriterium betrachtet wird, wird diese in Monaten erfragt, ab der eine OP empfohlen, bzw. wann (in Jahren) davon abgeraten wird.

2.1.3 Angewandte OP-Techniken

Bei der **Erfassung der OP-Techniken**, Mehrfachnennungen sind möglich, wird zunächst nach endoskopischem oder offenem OP-Zugang unterschieden. Bei den offenen OP- Techniken wird nach der einfachen Dekompression, der subkutanen und der submuskulären Verlagerung und der Epikondylektomie unterschieden. Darüber hinaus wird nach der Anwendung bei einfacher Kompression und bei zusätzlicher Pathologie, wie z.B. Nervenluxation oder fehlverheilte Fraktur differenziert.

Die operative Therapie kann sowohl in Lokalanästhesie, in Regionalanästhesie oder auch in Allgemeinnarkose durchgeführt werden. Die angewandten Verfahren der **Anästhesie** werden in ihrer Häufigkeit erfasst.

2.1.4 Postoperatives Vorgehen und Komplikationen

Die folgenden 3 Fragen zielen auf das postoperative Regime ab. Es wird um die Angabe des **postoperativen Verbands** (Verband, Gips/Schiene) und die Dauer der Immobilisation gebeten. Ebenso wird die Form der **Nachbehandlung** (Heilgymnastik, Ergotherapie, Elektrotherapie, Narbenpflege, Physikalische Therapie, Andere) erfragt, wie auch ggf. durchgeführte **Medikation** (NSAR, Andere) und ihre Dauer.

Die Fragen nach der **postoperativen Kontrolle** (klinisch, EMG, NLG, Andere), nach den häufigsten **Komplikationen**, und nach der durchschnittlichen **Dauer des Krankenhausaufenthalts und der Behandlung** schließen den Fragebogen ab.

3 Beobachtungen und Ergebnisse

Von 275 Abteilungen und Niederlassungen wurden 118 Fragebögen beantwortet und zurückgesandt (Rücklaufquote 43%). 26 Abteilungen führen keine operative Therapie bei SNUS durch und konnten bei der Auswertung nicht berücksichtigt werden. Ausgewertet wurden die Antworten von 92 chirurgisch tätigen Abteilungen, dabei 12 chirurgische Kliniken, 39 unfallchirurgisch und 24 orthopädisch ausgerichtete Einrichtungen, 10 Abteilungen der plastischen Chirurgie sowie 7 der Neurochirurgie.

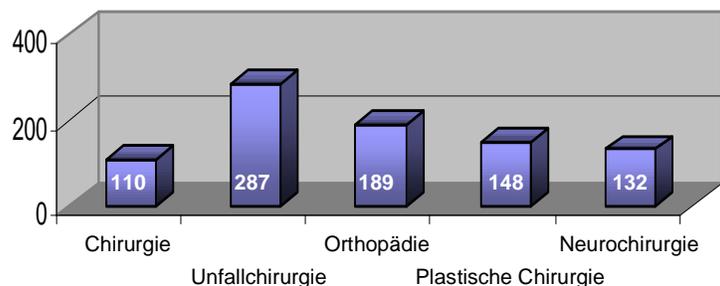
3.1 Demographische Auswertung

Insgesamt wurden von den Befragten im Jahr 2005 866 Sulcus-nervi-ulnaris-Syndrome operiert. Das entspricht bei einer Gesamtbevölkerung in Österreich von ca. 8,2 Millionen Einwohnern einer angenäherten Inzidenz von 0,011%.

3.2 Auswertung des Fragebogens

3.2.1 Quantifizierung des OP- Aufkommens

Von Chirurgen wurden 110 SNUS-OPs durchgeführt (13% aller gemeldeten OPs), von Unfallchirurgen 287, sie haben damit in absoluten Zahlen den größten Anteil an SNUS operiert (33%).



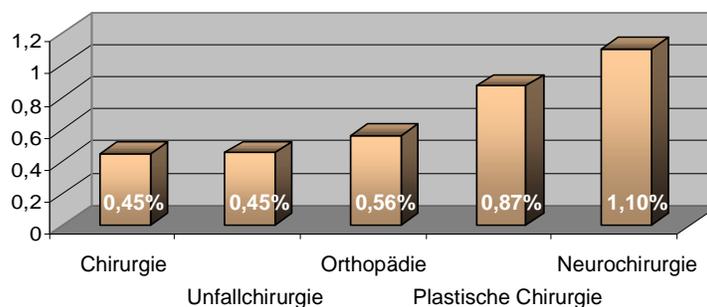
Tab. 1 Erfassung SNUS-OPs nach Fachgebieten

In beiden Fällen entspricht dies einem Anteil an den insgesamt durchgeführten OPs von 0,45%. Orthopäden führten im gleichen Zeitraum 189 (22%) SNUS-OPs durch, der Anteil an ihrem Gesamtoptionsaufkommen beträgt 0,56%.

148 OPs (17% aller SNUS-OPs) wurden durch plastische Chirurgen durchgeführt (0,87% der insgesamt im Fachgebiet durchgeführten OPs).

Mit 1,1% nimmt die OP bei SNUS in Bezug auf das OP-Aufkommen der Neurochirurgen verglichen mit den anderen Fachgebieten den größten Anteil ein, allerdings beträgt die absolute Zahl nur 132 Eingriffe und somit an allen gemeldeten OPs 15%.

Endoskopische Eingriffe wurden lediglich in 3 Einrichtungen durchgeführt, 2 davon Abteilungen der plastischen Chirurgie und eine orthopädische Klinik (s.a. Tab. 5a u. b).



Tab. 2 Anteil SNUS- OPs am Gesamt-OP- Aufkommens

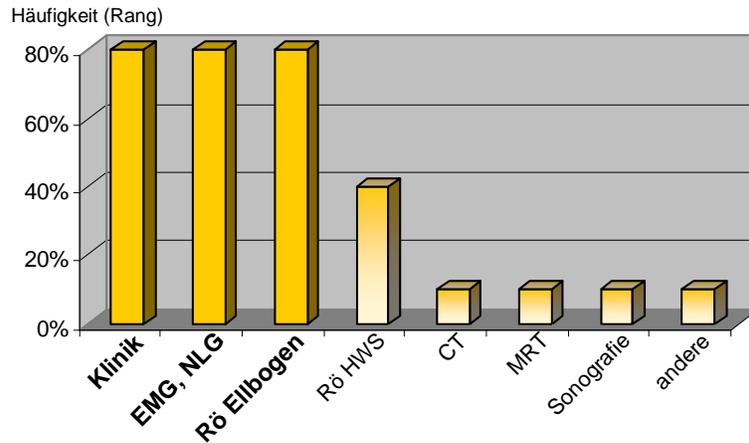
3.2.2 Präoperative Diagnostik und Indikationsstellung

Die Krankheitsdauer beeinflusst die OP-Indikation für 54% der Befragten, wobei eine Indikation ab einer Krankheitsdauer von 2,75 Monaten (Median) gesehen wird.

Zur Frage, ab welcher Krankheitsdauer eine OP als nicht mehr indiziert bewertet wird, waren keine auswertbaren Angaben gemacht worden.

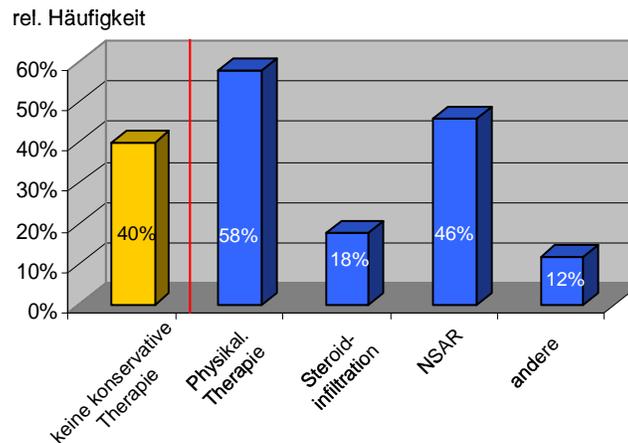
In der Diagnostik werden neben klinischer Symptomatik (80%) vorwiegend Elektroneurophysiologie (80%) und Ellenbogennativröntgen (80%) berücksichtigt. Darüber hinaus wird präoperativ in 40% der Fälle eine Röntgenuntersuchung der

Halswirbelsäule durchgeführt, Computertomographie, Magnetresonanztomographie und Sonographie werden bei 10% der Indikationsstellungen angewandt.



Tab. 3 Präoperative Diagnostik

40% der Befragten halten einen konservativen Therapieversuch für nicht indiziert. Von den konservativen Therapieoptionen haben Physiotherapie (97%), Nicht-Steroidale Antirheumatika (NSAR) (77%) und Glukokortikoidinjektionen (30%) den größten Anteil.



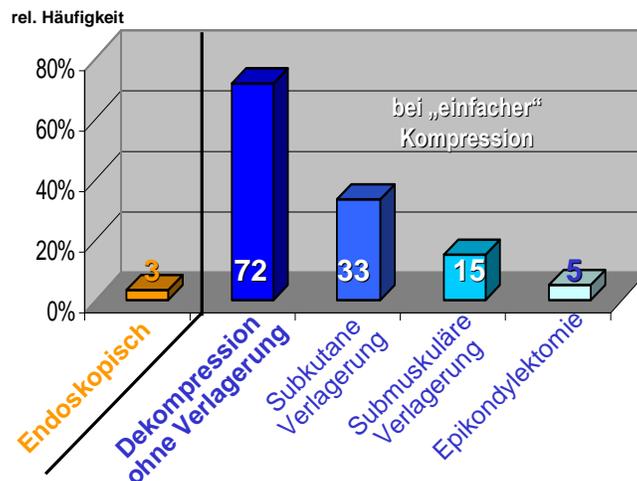
Tab. 4 Präoperativ durchgeführte konservative Therapieversuche

3.2.3 Angewandte OP-Techniken

3.2.3.1 OP-Techniken bei einfacher Kompression

Bei einfachem Kompressionssyndrom bevorzugt die Mehrzahl (72%) eine einfache Dekompression des Nerven. 33% wählen die subkutane Vorverlagerung, in 15% der Fälle wird eine submuskuläre Vorverlagerung durchgeführt und 5% wählen die Epikondylektomie (s.a. Anlage 2).

In 47 (51%) der den Fragebogen beantwortenden Einrichtungen wird bei einfacher Kompression ausschließlich eine Dekompression ohne Vorverlagerung durchgeführt, in 14 Einrichtungen (15%) ist die subkutane Vorverlagerung die einzige operative Therapie der Wahl.

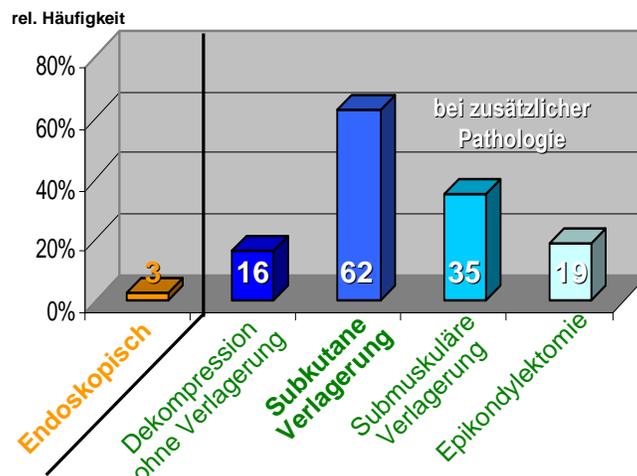


Tab. 5a OP-Technik bei SNUS mit einfacher Kompression

Lediglich 4 Einrichtungen (4%) führen grundsätzlich unmittelbar eine submuskuläre Vorverlagerung durch. Die Epikondylektomie wird in keiner der teilnehmenden Einrichtungen als exklusive Therapie der ersten Wahl durchgeführt.

3.2.3.2 OP-Techniken bei zusätzlicher Pathologie

Bei zusätzlicher Pathologie am Ellenbogen wird der subkutanen Vorverlagerung der Vorzug gegeben (62%), 35% entscheiden sich für die submuskuläre Verlagerung und 19% für die Epikondylektomie. Die einfache Dekompression wird in 16% der Fälle angewandt (s.a. Anlage 2).



Tab. 5b OP-Technik bei SNUS mit zusätzlicher Pathologie

In 6 (6%) Einrichtungen wird auch bei Vorliegen zusätzlicher Symptomatik zunächst ausschließlich eine Dekompression ohne Vorverlagerung durchgeführt, in 30 Einrichtungen (32%), und damit in der deutlichen Mehrheit der erfassten Einrichtungen, ist bei dieser Indikation die subkutane Vorverlagerung die operative Therapie der ersten Wahl.

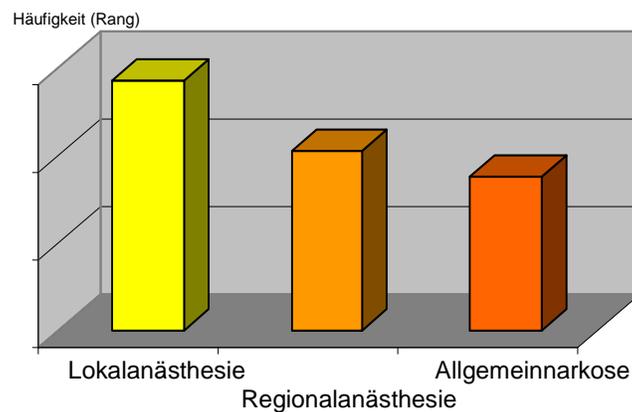
11 Einrichtungen (12%) führen grundsätzlich im Falle zusätzlicher pathologischer Befunde eine submuskuläre Vorverlagerung durch, während die Epikondylektomie in 3 (3%) der teilnehmenden Einrichtungen als exklusive Therapie der ersten Wahl in diesen Fällen durchgeführt wird.

In den verbleibenden 42 Einrichtungen entscheiden sich 2 zwischen der Dekompression ohne Vorverlagerung und der subkutanen Vorverlagerung, 9 Einrichtungen wählen in dieser Situation zwischen der subkutanen und der submuskulären Vorverlagerung, bei 2 Abteilungen besteht die Option zwischen der submuskulären Vorverlagerung und der Epikondylektomie, in einer Klinik wird zwischen Dekompression ohne und mit submuskulärer Vorverlagerung gewählt.

In 4 Einrichtungen wird zwischen der subkutanen Vorverlagerung und der Epikondylektomie entschieden, in den restlichen Abteilungen steht das komplette Spektrum der OP-Verfahren bei SNUS zur Auswahl.

3.2.3.3 Anästhesie

Als Anästhesie wird zunehmend Lokalanästhesie gegenüber Regional- und Allgemeinanästhesie angewandt.



Tab. 6 Anästhesie bei SNUS-OP

3.2.4 Postoperatives Vorgehen und Komplikationen

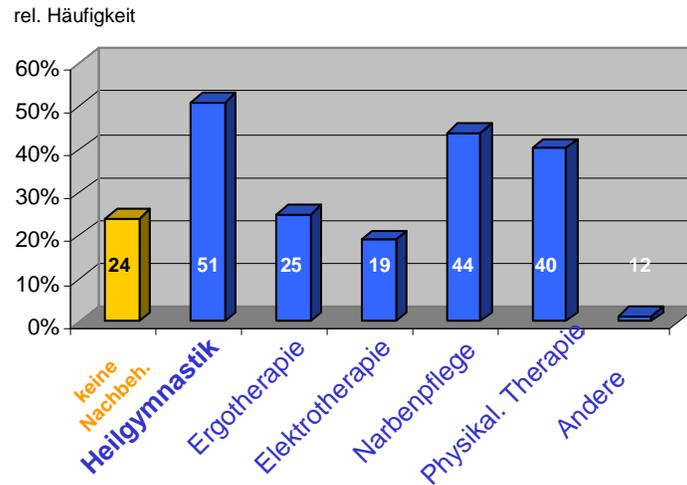
Die **postoperative Immobilisation** mit Schiene, die in 35% der Fälle durchgeführt wird, findet im Mittel für 14 Tage (Median) statt. 65% werden postoperativ mit einem Verband versorgt.

Eine **postoperative Medikation** wird in 58% der Fälle verordnet, NSAR nehmen hier mit 95% mit einer durchschnittlichen Behandlungsdauer von 3 Tagen (Median) den wesentlichen Anteil ein. In 4% der Fälle kommen Vitamin-B-Komplex-Präparate (Vit. B₁, B₆, B₁₂) zum Einsatz.

Die **postoperative Verlaufskontrolle** wird in 100% der Fälle anhand der klinischen Symptomatik durchgeführt, bei 57% ergänzt durch EMG und/oder NLG.

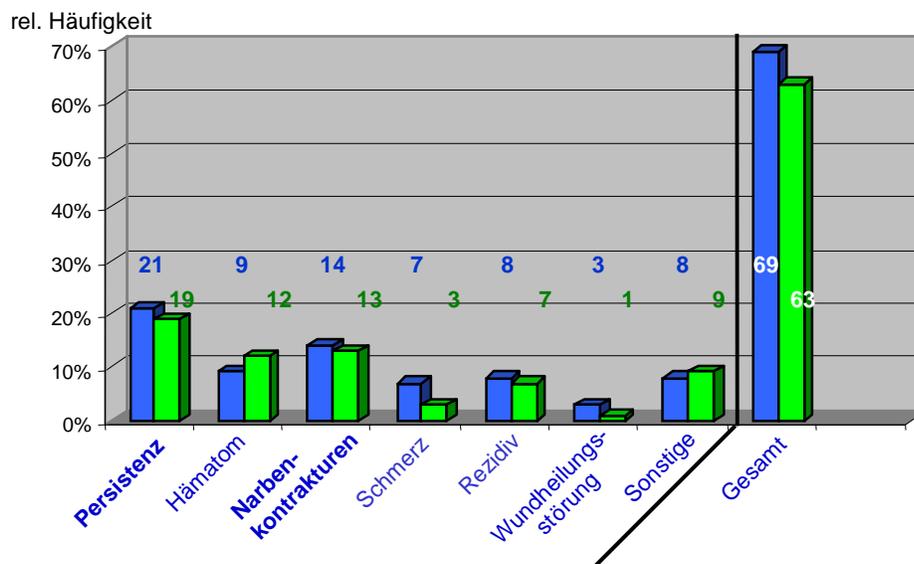
In der **Nachbehandlung** steht die Physiotherapie mit 51% an erster Stelle, gefolgt von Narbenpflege (44%), physikalischer Therapie (40%), Ergotherapie (25%) und

Elektrotherapie (19%). 24% erachteten jegliches Nachbehandlungssystem für nicht erforderlich.



Tab. 6 Nachbehandlung nach SNUS-OP

Die drei am häufigsten beschriebenen **Komplikationen** waren, sowohl bei SNUS-OP mit einfacher Kompression, als auch bei Vorliegen zusätzlicher Symptomatik, unvollständige Remission (21/19%), kontrakte und hypertrophe Narben (14/13%) sowie Nachblutungen (9/12%). Insgesamt werden in 69, bzw. 63% der Fälle Komplikationen beobachtet.



Tab. 7 Komplikationen nach SNUS-OP mit einfacher Kompression (blau) und bei zusätzlicher Symptomatik (grün)

4 Diskussion

4.1 Literaturübersicht

In den vergangenen Jahren wurde die weit verbreitete Methode der Vorverlagerung immer mehr zugunsten der einfachen Dekompression verlassen. Dennoch besteht nach wie vor kein Einvernehmen hinsichtlich der besten chirurgischen Vorgehensweise beim SNUS.

Balogh et al. ziehen mit der Argumentation, dass die Vorverlagerung ein wesentlich aufwendigerer Eingriff sei, der eine längere Rekonvaleszenz nach sich ziehe und bei dem die Blutversorgung des Nerven beeinträchtigt würde, die Notwendigkeit eines solch vergleichsweise großen Eingriffs in Frage (6). Diese Argumentation wird durch zahlreiche Studien, die einen guten Erfolg durch die einfache Dekompression bestätigen (5,6,17,27,33,49,58,65,66), unterstützt.

Die Verfechter der einfachen Dekompression behalten sich weiterführende chirurgische Maßnahmen für besondere Indikationsstellungen vor, wie z.B. die Vorverlagerung bei extremer Cubitus-valgus-Stellung, bei Subluxation des N. ulnaris oder bei anatomischen Gegebenheiten, die eine Verlagerung aus dem ursprünglichen Bett erfordern (5,8,56).

Daneben existiert nach wie vor die ebenfalls durch Studien belegbare Ansicht, dass die Vorverlagerung die optimale Methode zur Therapie des SNUS sei. Die subkutane Vorverlagerung bringt den Vorteil mit sich, weniger invasiv zu sein als die submuskuläre Vorverlagerung, allerdings kommt der Nerv in seinem neuen subkutanen Bett sehr oberflächlich zu liegen und ist damit eher einer weiteren Traumatisierung von außen ausgesetzt. Die Ergebnisse nach subkutaner Vorverlagerung zeigen einen zufriedenstellenden Erfolg sowohl bei erstmaliger Operation (26,38,50,56), als auch beim rezidivierenden SNUS (12).

Durch Vogel et al. konnte gezeigt werden, dass die submuskuläre Vorverlagerung gute Erfolge beim rezidivierenden SNUS nach nicht erfolgreicher subkutaner Vorverlagerung bewirken kann (69). Auch Dellon und Coert sowie Fitzgerald et al. kommen zu dem Schluss, dass nicht nur beim rezidivierenden SNUS, sondern auch als primäre Therapie des SNUS, die submuskuläre Vorverlagerung erfolgreich ist (14,18). Die allgemein durch eine Vorverlagerung gegebene Gefahr,

dass es zu einem Abknicken des Nerven kommt, scheint bei der submuskulären Vorverlagerung geringer zu sein als bei der subkutanen (53).

Über die intra- bzw. transmuskuläre Vorverlagerung sind nur wenige Angaben in der Literatur zu finden. Trotz der Gefahr der postoperativen intramuskulären Narbenbildung mit erneuter Einengung, wird auch bei dieser Methode über gute Erfolge berichtet (21,24,39,42).

Neben der einfachen Dekompression und den verschiedenen Arten der Vorverlagerung existiert noch die Option der medialen Epikondylektomie. Mehrere Studien konnten nachweisen, dass auch mit dieser Methode gute Erfolge in der Therapie des SNUS erzielt werden (22,28,47,59), wobei die minimale mediale Epikondylektomie der partiellen medialen Epikondylektomie aufgrund der geringeren Valgus-Instabilität vorzuziehen ist (2). Durch Hicks und Toby konnte gezeigt werden, dass die durch Ellenbeugung am N. ulnaris hervorgerufenen Zugkräfte nach einer medialen Epikondylektomie geringer sind als nach einfacher Dekompression (28).

Molavi et al. konnten zeigen, dass bei geringer Ausprägung der Symptome alle Methoden gleichwertig zu sein scheinen, wohingegen bei mittlerer Ausprägung die submuskuläre Vorverlagerung am effizientesten ist (46).

Mit einer rezent prospektiv randomisierte Studie konnte durch Gervasio et al. gezeigt werden, dass beim schweren SNUS keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Operationserfolges zwischen der einfachen Dekompression und der submuskulären Vorverlagerung bestehen (20).

4.2 Vergleich der eigenen Untersuchungen mit früheren

Eine Studie, die die aktuelle Anwendung der unterschiedlichen OP-Techniken bei SNUS auswertet, wurde bislang weder in, noch außerhalb Österreichs durchgeführt.

Die Rücklaufquote der Fragebögen ist mit 43% als gut zu bewerten. Eine vergleichbare Studie aus dem Jahr 2003 ergab bei Befragung bezüglich des Karpaltunnelsyndroms eine Rücklaufquote von 39% (nicht publizierte Daten der ÖGH, präsentiert auf der Frühjahrsklausurtagung der ÖGH 2003).

Die vorliegende Studie konnte aber nachweisen, dass in Österreich bei einfacher Kompression die Dekompression ohne Vorverlagerung die am häufigsten angewandte operative Technik bei SNUS ist. Ebenso konnte gezeigt werden, dass sich dort die subkutane Vorverlagerung als bevorzugte OP-Technik bei Rezidivoperationen oder auch bei Vorliegen zusätzlicher Symptome bei SNUS etabliert hat. Hier wird offensichtlich von der Mehrheit der Chirurgen, die in Österreich SNUS-OPs durchführen, im Falle der einfachen Kompression der Argumentation von Balogh et al. (6) und den Ergebnissen der Studie von Gervasio et al. gefolgt (20).

Für die operative Technik bei rezidivierendem SNUS oder bei Vorliegen zusätzlicher Symptomatik lässt sich feststellen, dass von der deutlichen Mehrheit der klinischen Abteilungen, die die SNUS-OP durchführen, der Empfehlung von Caputo und Watson gefolgt wird, die gute Erfolge bei der subkutanen Vorverlagerung bei rezidivierendem SNUS beschrieben haben (12).

Die von Vogel et al. gemachten Erfahrungen (69), wie auch die Ergebnisse von Dellon und Coert sowie Fitzgerald et al. (14,18) konnten nur ein Drittel der Chirurgen überzeugen, die submuskuläre Vorverlagerung bei rezidivierendem SNUS anzuwenden.

4.3 Kritische Einordnung der eigenen Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die vorliegende Arbeit wertet die mit dem Fragebogen der österreichischen Gesellschaft für Handchirurgie erfassten Daten bzgl. der derzeit in Österreich durchgeführten operativen Therapieregime, einschließlich der prä- und postoperativen Vorgehensweise in Hinblick auf Diagnostik, Indikationsstellung, postoperative Medikation, Nachbehandlung und beobachtete Komplikationen aus.

Die Auswertung der postoperativen Komplikationen zeigt, dass an den Einrichtungen, die bei einfacher Kompression die Dekompression ohne Vorverlagerung und bei zusätzlicher Symptomatik die subkutane Vorverlagerung durchführen, Komplikationen in vergleichbarem Umfang wie bei den anderen OP-Techniken auftreten. Dies führt insbesondere unter Berücksichtigung des geringeren invasiven und operativen Aufwands zu dem Schluss, dass die einfache Dekompression und die subkutane Vorverlagerung den anderen Techniken

vorzuziehen seien. Eine exakte statistische Analyse der möglichen Überlegenheit einer der OP-Techniken ist allerdings anhand der vorliegenden Daten nicht möglich, da die Komplikationen im angewandten Fragebogen nicht differenziert nach den angewandten OP-Techniken abgefragt wurden. Es wurden lediglich die grundsätzlich in den befragten Einrichtungen bei SNUS-OP beobachteten Komplikationen erfasst und in fast allen teilnehmenden Kliniken wird das SNUS nicht ausschließlich nach einer OP- Technik operiert.

Hierfür wäre es erforderlich, eine prospektiv randomisierte Studie durchzuführen, die einen repräsentativen Umfang an Fällen erfasst, der auch eine solide statistische Bewertung zulässt. Hierbei wäre es auch von Interesse, einen größeren Umfang an endoskopisch durchgeführten Eingriffen mit zu erfassen, da hierzu bei SNUS-OPs bislang nur geringe Fallzahlen und Daten vorliegen. Darüber hinaus wäre es im Rahmen einer solchen Studie wünschenswert, auch die Rezidiv- und Persistenzquote der verschiedenen OP-Verfahren differenziert auszuwerten, da diese Komplikationen immerhin zusammengefasst von ca. 25% der Kliniken beschrieben werden.

Die genannten Differenzierungen sprengen den Umfang einer Umfrage, bei der die Fragestellung ausreichend einfach und global sein soll, um mit überschaubarem Aufwand für den Befragten eine Beantwortung zu ermöglichen.

Die vorliegende Studie ist jedoch aussagekräftig, um bezüglich Diagnostik, Therapie und Nachbehandlung eine valide Dokumentation des Status quo für 2005 in Österreich vorzustellen.

5 Zusammenfassung

Für das Jahr 2005 wurde durch die Österreichische Gesellschaft für Handchirurgie eine Erhebung zum Stand der Diagnostik und Therapie bei Sulcus-nervi-ulnaris-Syndrom in Österreich durchgeführt.

Mit der vorliegenden Arbeit wurde das Ergebnis dieser Erhebung ausgewertet.

Insgesamt wurden im Jahr 875 Sulcus-nervi-ulnaris-Syndrome operiert, das entspricht einer angenäherten Erkrankungsinzidenz von 0,011%.

Die meisten Operationen wurden von Unfallchirurgen durchgeführt (287; 33%). In der Diagnostik werden neben klinischer Symptomatik vorwiegend Elektroneurophysiologie und Ellenbogennativröntgen berücksichtigt.

40% der Befragten halten einen konservativen Therapieversuch für nicht indiziert. Von den konservativen Therapieoptionen haben Physiotherapie (97%), NSAR (77%) und Glukokortikoidinjektionen (30%) die Priorität.

Bei einfachem Kompressionssyndrom bevorzugt die Mehrzahl (72%) eine einfache Dekompression des Nerven.

Bei zusätzlicher Pathologie am Ellenbogen wird der subkutanen Ventralverlagerung der Vorzug gegeben (62%).

Endoskopische Techniken werden nur von 3% der Operateure verwendet.

Als Anästhesie wird zunehmend Lokalanästhesie gegenüber Regional- und Allgemeinanästhesie angewandt.

In der Nachbehandlung steht die Physiotherapie mit 51% an erster Stelle, 24% erachten jegliches Nachbehandlungssystem für nicht erforderlich.

Die drei wesentlichen Komplikationen waren unvollständige Remission, kontrakte und hypertrophe Narben sowie Nachblutungen.

6 Literaturverzeichnis

- 1 Abe M, Ishizu T, Shirai H, Okamoto M, Onomura T: Tardy ulnar nerve palsy caused by cubitus varus deformity.
J Hand Surg 20, 5-9 (1995)
- 2 Amako M, Nemoto K, Kawaguchi M, Kato N, Arino H, Fujikawa K: Comparison between partial and minimal medial epicondylectomy combined with decompression for the treatment of cubital tunnel syndrome.
J Hand Surg 25, 1043-1050 (2000)
- 3 Artico M, Pastore FS, Nucci F, Giuffre R: 290 surgical procedures for ulnar nerve entrapment at the elbow: physiopathology, clinical experience and results.
Acta Neurochir 142, 303-308 (2000)
- 4 Asami A: The evaluation of pre- and post-operative classification system for cubital tunnel syndrome.
Hand Surg 6, 187-190 (2001)
- 5 Assmus H: Simple decompression of the ulnar nerve in cubital tunnel syndrome with and without morphologic changes. Report of experiences based on 523 cases.
Nervenarzt 65, 846-853 (1994)
- 6 Balogh B, Vass A, Piza-Katzer H: Is transposition of the ulnar nerve in ulnar nerve sulcus syndrome really indicated?
Handchir Mikrochir Plast Chir 29, 133-138 (1997)
- 7 Bartels RH, Grotenhuis JA, Kauer JM: The arcade of Struthers: an anatomical study.
Acta Neurochir 145, 295-300 (2003)
- 8 Bartels RH, Menovsky T, Van Overbeeke JJ, Verhagen WI: Surgical management of ulnar nerve compression at the elbow: an analysis of the literature.
J Neurosurg 89, 722-727 (1998)

- 9** Bartels RH: History of the surgical treatment of ulnar nerve compression at the elbow.
Neurosurgery 49, 391-400 (2001)
- 10** Bozentka DJ: Cubital tunnel syndrome pathophysiology.
Clin Orthop Relat Res 351, 90-94 (1998)
- 11** Buehler MJ, Thayer DT: The elbow flexion test. A clinical test for the cubital tunnel syndrome.
Clin Orthop Relat Res 233, 213-216 (1988)
- 12** Caputo AE, Watson HK: Subcutaneous anterior transposition of the ulnar nerve for failed decompression of cubital tunnel syndrome.
J Hand Surg 25, 544-551 (2000)
- 13** Coppieters MW, Bartholomeeusen KE, Stappaerts KH: Incorporating nerve-gliding techniques in the conservative treatment of cubital tunnel syndrome.
J Manipulative Physiol Ther 27, 560-568 (2004)
- 14** Dellon AL, Coert JH: Results of the musculofascial lengthening technique for submuscular transposition of the ulnar nerve at the elbow.
J Bone Joint Surg Am 86-A Suppl 1(Pt 2), 169-179 (2004)
- 15** Dellon AL: Clinical grading of peripheral nerve problems.
Neurosurg Clin N Am 12, 229-240 (2001)
- 16** Descatha A, Leclerc A, Chastang JF, Roquelaure Y; Study Group on Repetitive Work: Incidence of ulnar nerve entrapment at the elbow in repetitive work.
Scand J Work Environ Health 30, 234-240 (2004)
- 17** Filippi R, Farag S, Reisch R, Grunert P, Bocher-Schwarz H: Cubital tunnel syndrome. Treatment by decompression without transposition of ulnar nerve.
Minim Invasive Neurosurg 45, 164-168 (2002)
- 18** Fitzgerald BT, Dao KD, Shin AY: Functional outcomes in young, active duty, military personnel after submuscular ulnar nerve transposition.
J Hand Surg 29, 619-624 (2004)

- 19** Germann G, Harth A, Wind G, Demir E: Standardisation and validation of the German version 2.0 of the Disability of Arm, Shoulder, Hand (DASH) questionnaire.
Unfallchirurg 106, 13-19 (2003)
- 20** Gervasio O, Gambardella G, Zacccone C, Branca D: Simple decompression versus anterior submuscular transposition of the ulnar nerve in severe cubital tunnel syndrome: a prospective randomized study.
Neurosurgery 56, 108-117 (2005)
- 21** Glowacki KA, Weiss AP: Anterior intramuscular transposition of the ulnar nerve for cubital tunnel syndrome.
J Shoulder Elbow Surg 6, 89-96 (1997)
- 22** Goldberg BJ, Light TR, Blair SJ: Ulnar neuropathy at the elbow: results of medial epicondylectomy.
J Hand Surg 14, 182-188 (1989)
- 23** Gonzalez MH, Lotfi P, Bendre A, Mandelbroyt Y, Lieska N: The ulnar nerve at the elbow and its local branching: an anatomic study.
J Hand Surg 26, 142-144 (2001)
- 24** Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC: Green's Operative Hand Surgery.
4. Aufl., 1422-1429, Churchill Livingstone, Philadelphia, 1998
- 25** Greenwald D, Moffitt M, Cooper B: Effective surgical treatment of cubital tunnel syndrome based on provocative clinical testing without electrodiagnostics.
Plast Reconstr Surg 104, 215-219 (1999)
- 26** Hashiguchi H, Ito H, Sawaizumi T: Stabilized subcutaneous transposition of the ulnar nerve.
Int Orthop 27, 232-234 (2003)
- 27** Heithoff SJ: Cubital tunnel syndrome does not require transposition of the ulnar nerve.
J Hand Surg 24, 898-905 (1999)
- 28** Hicks D, Toby EB: Ulnar nerve strains at the elbow: the effect of in situ decompression and medial epicondylectomy.
J Hand Surg 27, 1026-1031 (2002)

- 29** Hilburn JW: General principles and use of electrodiagnostic studies in carpal and cubital tunnel syndromes. With special, attention to pitfalls and interpretation.
Hand Clin 12, 205-221 (1996)
- 30** Hochman MG, Zilberfarb JL: Nerves in a pinch: imaging of nerve compression syndromes.
Radiol Clin North Am 42, 221-245 (2004)
- 31** Hoffmann, Reimer: Checkliste Handchirurgie.
2. Aufl., Georg Thieme, Stuttgart, 1999
- 32** Hong CZ, Long HA, Kanakamedala RV, Chang YM, Yates L: Splinting and local steroid injection for the treatment of ulnar neuropathy at the elbow: clinical and electrophysiological evaluation.
Arch Phys Med Rehabil 77, 573-577 (1996)
- 33** Huang JH, Samadani U, Zager EL: Ulnar nerve entrapment neuropathy at the elbow: simple decompression.
Neurosurgery 55, 1150-1153 (2004)
- 34** Jia ZR, Shi X, Sun XR: Pathogenesis and electrodiagnosis of cubital tunnel syndrome.
Chin Med J 117, 1313-1316 (2004)
- 35** Kato H, Hirayama T, Minami A, Iwasaki N, Hirachi K: Cubital tunnel syndrome associated with medial elbow Ganglia and osteoarthritis of the elbow.
J Bone Joint Surg Am 84-A, 1413-1419 (2002)
- 36** Kern RZ: The electrodiagnosis of ulnar nerve entrapment at the elbow.
Can J Neurol Sci 30, 314-319 (2003)
- 37** Kleinman WB, Bishop AT: Anterior intramuscular transposition of the ulnar nerve.
J Hand Surg 14, 972-979 (1989)
- 38** Lascar T, Laulan J: Cubital tunnel syndrome: a retrospective review of 53 anterior subcutaneous transpositions.
J Hand Surg 25, 453-456 (2000)

- 39** Leone J, Bhandari M, Thoma A: Anterior intramuscular transposition with ulnar nerve decompression at the elbow.
Clin Orthop Relat Res, 132-139 (2001)
- 40** Lippert, Herbert: Lehrbuch Anatomie.
6.Aufl., 735, 757, 759, 765, Urban&Fischer, München/Jena, 2003
- 41** Lo YL, Leoh TH, Xu LQ, Nurjannah S, Dan YF: Short-segment nerve conduction studies in the localization of ulnar neuropathy of the elbow: use of flexor carpi ulnaris recordings.
Muscle Nerve 31, 633-636 (2005)
- 42** Lowe JB 3rd, Novak CB, Mackinnon SE: Current approach to cubital tunnel syndrome.
Neurosurg Clin N Am 12, 267-284 (2001)
- 43** Marur T, Akkiotan SM, Alp M, Demirci S, Yalciotan L, Ogut T, Akgun I: The Muscular Branching Patterns of the Ulnar Nerve to the Flexor Carpi Ulnaris and Flexor Digitorum Profundus Muscles.
Surg Radiol Anat 27(4), 322-326 (2005)
- 44** Masuhr KF, Neumann M: Duale Reihe Neurologie.
5. Aufl., Seite 97, Georg Thieme, Stuttgart, 2005
- 45** Matev B: Cubital tunnel syndrome.
Hand Surg 8, 127-131 (2003)
- 46** Mowlavi A, Andrews K, Lille S, Verhulst S, Zook EG, Milner S: The management of cubital tunnel syndrome: a meta-analysis of clinical studies.
Plast Reconstr Surg 106, 327-334 (2000)
- 47** Muermans S, De Smet L: Partial medial epicondylectomy for cubital tunnel syndrome: Outcome and complications.
J Shoulder Elbow Surg 11, 248-252 (2002)
- 48** Mumenthaler M, Mattle H: Grundkurs Neurologie.
1. Aufl., Seite 46, Georg Thieme, Stuttgart, 2002

- 49** Nathan PA, Istvan JA, Meadows KD: Intermediate and long-term outcomes following simple decompression of the ulnar nerve at the elbow.
Chir Main 24, 29-34 (2005)
- 50** Nawrot P, Romanowski L, Nowakowski A: Cubital tunnel syndrome: evaluation of anterior subcutaneous transposition of the ulnar nerve.
Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol 67, 291-294 (2002)
- 51** Nawrot P, Romanowski L, Sewehli N, Rogala P: The influence of patient age and duration time of symptoms on the long-term outcome of surgical treatment.
Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol 67, 409-415 (2002)
- 52** Netter, FH: Atlas der Anatomie des Menschen.
2. Aufl., Seite 98, Ciba-Geigy AG, Basel, 1994/1995
- 53** Nikitins MD, Griffin PA, Chang S, Rice NJ: A dynamic anatomical study of ulnar nerve motion after anterior transposition for cubital tunnel syndrome.
Hand Surg 7, 177-182 (2002)
- 54** Novak CB, Lee GW, Mackinnon SE, Lay L: Provocative testing for cubital tunnel syndrome.
J Hand Surg 19, 817-820 (1994)
- 55** Ochiai N, Honmo J, Tsujino A, Nisiura Y: Electrodiagnosis in entrapment neuropathy by the arcade of Struthers.
Clin Orthop Relat Res 378 129-135 (2000)
- 56** Osterman AL, Davis CA: Subcutaneous transposition of the ulnar nerve for treatment of cubital tunnel syndrome.
Hand Clin 12, 421-433 (1996)
- 57** Padua L, Aprile I, Caliandro P, Foschini M, Mazza S, Tonali P: Natural history of ulnar entrapment at elbow.
Clin Neurophysiol 113, 1980-1984 (2002)
- 58** Pavelka M, Rhomberg M, Estermann D, Loscher WN, Piza-Katzer H: Decompression without anterior transposition: an effective minimally invasive technique for cubital tunnel syndrome.
Minim Invasive Neurosurg 47, 119-123 (2004)

- 59** Popa M, Dubert T: Treatment of cubital tunnel syndrome by frontal partial medial epicondylectomy. A retrospective series of 55 cases.
J Hand Surg 29, 563-567 (2004)
- 60** Posner MA: Compressive ulnar neuropathies at the elbow: I. Etiology and diagnosis.
J Am Acad Orthop Surg 6, 282-288 (1998)
- 61** Richardson JK, Green DF, Jamieson SC, Valentin FC: Gender, body mass and age as risk factors for ulnar mononeuropathy at the elbow.
Muscle Nerve 24, 551-554 (2001)
- 62** Robertson C, Saratsiotis J: A review of compressive ulnar neuropathy at the elbow.
J Manipulative Physiol Ther 28, 345 (2005)
- 63** San Martin S, Bueno C, Montes C, Diaz-Calavia E, Teijeira JM, Lopez-Reneo R: The most significant parameters for the diagnosis of focal neuropathy of the cubital nerve in the elbow.
Rev Neurol 31, 720-723 (2000)
- 64** Spinner M, Kaplan EB: The relationship of the ulnar nerve to the medial intermuscular septum in the arm and its clinical significance.
Hand 8, 239-242 (1976)
- 65** Steiner HH, von Haken MS, Steiner-Milz HG: Entrapment neuropathy at the cubital tunnel: simple decompression is the method of choice.
Acta Neurochir 138, 308-313 (1996)
- 66** Taniguchi Y, Takami M, Takami T, Yoshida M: Simple decompression with small skin incision for cubital tunnel syndrome.
J Hand Surg 27, 559-562 (2002)
- 67** Taniguchi Y, Yoshida M, Tamaki T: Cubital tunnel syndrome associated with calcium pyrophosphate dihydrate crystal deposition disease.
J Hand Surg 21, 870-874 (1996)
- 68** Tomaino MM, Brach PJ, Vansickle DP: The rationale for and efficacy of surgical intervention for electrodiagnostic-negative cubital tunnel syndrome.
J Hand Surg 26, 1077-1081 (2001)

- 69** Vogel RB, Nossaman BC, Rayan GM: Revision anterior submuscular transposition of the ulnar nerve for failed subcutaneous transposition.
Br J Plast Surg 57, 311-316 (2004)
- 70** von Schroeder HP, Scheker LR: Redefining the "Arcade of Struthers".
J Hand Surg 28, 1018-1021 (2003)
- 71** Weitbrecht WU, Navickine E: Combined idiopathic forearm entrapment syndromes.
Z Orthop Ihre Grenzgeb 142, 691-696 (2004)

1 Übersicht der OP-Verfahren

OP-Verfahren bei SNUS ohne zusätzliche Symptomatik*					
Fachgebiet	Gesamt	Einfach Dekompression	Subkutane Vorverlagerung	Submuskuläre Vorverlagerung	Epikondylektomie
Chirurgie	12	7	5	0	0
Unfall-Chirurgie	39	27	10	8	2
Orthopädie	24	17	10	2	1
Plast. Chirurgie	10	8	3	1	1
Neuro-Chirurgie	7	5	4	2	0
Gesamt	92	64	32	13	4

OP-Verfahren bei SNUS mit zusätzlicher Symptomatik*					
Fachgebiet	Gesamt	Einfach Dekompression	Subkutane Vorverlagerung	Submuskuläre Vorverlagerung	Epikondylektomie
Chirurgie	12	2	5	2	3
Unfall-Chirurgie	39	7	21	13	7
Orthopädie	24	3	17	7	3
Plast. Chirurgie	10	2	7	6	3
Neuro-Chirurgie	7	1	5	3	0
Gesamt	92	15	55	31	16

* Die Summen in den Zeilen überschreiten z.T. die Gesamtzahl, da in der Frage nach den angewandten OP-Verfahren Mehrfachnennungen möglich waren. Die Zahlenangabe der OP-Verfahren bezieht sich daher auf die Zahl der Einrichtungen, die eine operative Therapie des SNUS durchführen und die an der Studie teilgenommen haben.

8 Danksagungen

Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Björn Dirk Krapohl möchte ich nicht nur für die Überlassung des Themas für diese Dissertation danken, sondern auch ganz besonders für seine rat- und tatkräftige Unterstützung und Anleitung, sowie seine hilfreichen Anregungen bei der Erstellung dieser Arbeit.

Für die Unterstützung und Vermittlung bei der Suche nach einer Promotionsarbeit gilt mein herzlicher Dank Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Georg Mager, Chefarzt des Bundeswehrkrankenhauses Berlin.

Ferner danke ich Frau Dr. med. Sandra Lukschu, Frau cand. med. Karin Jahn und Frau Eva Saur für die tatkräftige Unterstützung bei der Datenerfassung.

Ein ganz besonderer Dank gilt meinen Töchtern Anika und Katharina und meiner Ehefrau Astrid, die mir trotz der schon auf die Wochenenden und den Urlaub reduzierten gemeinsamen Stunden dennoch den zeitlichen Freiraum gewährt haben, diese Arbeit zu verfassen.

Danke für Euer Verständnis und Eure Geduld.

9 Lebenslauf

Jens Ernst Karl Diehm

geboren am 08. Juni 1965 in Weinheim/ Bergstraße

Verheiratet, 2 Töchter



- Juni 1984 Abitur am Burghardt-Gymnasium, Buchen/Odenwald
- 10.1984 – 12.1985 Wehrdienst, Flugabwehrregiment 12, Hardheim
- 01.1986 – 03.1987 Sanitätsoffizieranwärterlehrgang,
Sanitätsakademie der Bundeswehr, München
- 04.1987 – 03.1990 Studium der Medizin, Justus-Liebig-Universität, Giessen
- 04.1990 – 09.1993 Studium der Medizin, Ruprecht-Karls-Universität, Heidelberg
- 10.1993 – 05.1995 Arzt im Praktikum, Bundeswehrkrankenhaus Ulm,
Abt. Urologie
- 05.1995 – 09.1995 Assistenzarzt, Bundeswehrkrankenhaus Ulm, Abt. Urologie
- 10.1995 – 05.1998 Truppenarzt, NATO Hauptquartier LANDCENT, Heidelberg
- 10.1996 – 04.1997 Auslandseinsatz
HQ IFOR/SFOR, Sarajevo
- 06.1998 – 09.2000 Kompaniechef der binationalen Sanitätskompanie der
Deutsch-Französischen Brigade, Müllheim/Baden
- 08. – 12.1999 Auslandseinsatz
Brigadearzt Deutsch-Französische Gruppe, Sarajevo
- 10.2000 – 09.2001 Brigadearzt, Luftlandebrigade 31, Oldenburg/Niedersachsen
- 10.2001 – 09.2003 Lehrgangsteilnehmer, 44. Generalstabsdienstlehrgang,
Führungsakademie der Bundeswehr, Hamburg
- 10.2003 – 03.2004 Referent, Referat II1 (Konzeption & Grundlagen),
Führungsstab des Sanitätsdienstes der Bundeswehr,
Bundesministerium der Verteidigung, Bonn
- 04.2004 – 06.2006 Sanitätsstabsoffizier, Medical Section,
HQ Supreme Allied Command Transformation (NATO),
Norfolk, Virginia, USA
- ab 07.2006 Kommandeur Lazarettregiment 31 BERLIN
- 07. – 12.2007 Auslandseinsatz
Stellvertretender Kommandeur Sanitätseinsatzverband,
14. Kontingent ISAF, Masar-E-Sharif, Afghanistan

Die Dissertation wurde im Zeitraum von Oktober 2005 bis Juni 2007 angefertigt.