

Das Imaginäre Training und das „ZIM Trainings-System KVT“ in der Handtherapie

Zentro-Intermuskuläres Trainings-System für Koordinations- und Virtualtherapie

Rainer Zumhasch und Michael Wagner

Zusammenfassung

Das komplexe Greiforgan „Hand“ mit seinen 19 Greiffunktionen machte den Menschen zum hochentwickeltesten Lebewesen in der Evolution. Diese mannigfaltigen Funktionen spiegeln sich in einem äußerst komplizierten, aber auch anfälligen Organ. Traumatisierungen von Handstrukturen führen nicht nur zu lokalen Gewebeschäden, sondern auch zu Störungen im Bereich des zentralen Nervensystems. Die mit dem Trauma einhergehende Schmerzproblematik führt über angeborene Reflexe zur Hemmung der Wahrnehmung und zum Nichtgebrauch der betroffenen Extremität. Somit wird die verletzte Hand zum Schutze der Wundheilung vorübergehend aus dem Alltagsgeschehen – im Sinne einer lokalen Neglectisierung – ausgegliedert. Bereits eine kurzzeitige Immobilisation kann zu schwerwiegenden Störungen der Gelenkmobilität sowie der gesamten Muskelfunktion führen (z.B. CRPS), deren Folge nicht nur durch lokale Wundheilungsstörungen, sondern auch durch zentrale Mechanismen bestimmt ist. Imaginäre Trainingsformen unter Einbindung des ZIM Trainings-Systems KVT helfen in der Frühmobilisation der Neglectisierung entgegenzuwirken und die Gelenks- und Muskelfunktion zu erhalten. Daraus können kürzere Rehabilitationszeiten bzw. eine schnellere Wiedereingliederung ins Alltagsgeschehen resultieren.

Schlüsselwörter: • CRPS (COMPLEX REGIONAL PAIN SYNDROM) • NEGLECTISIERUNG • IMAGINÄRE TRAININGSFORMEN • ZIM-TRAININGS-SYSTEM KVT • DISTALE RADIUSFRAKTUREN • ARTHROSEN DER HAND • RHIZARTHROSEN • HEBERDEN- UND BOUCHARD-ARTHROSEN • DRUG • STT-ARTHROSE • BEUGESEHNENRUPTUREN • KLEINERT-THERAPIE

1. Einleitung

Das komplexe Greiforgan Hand mit seinen 19 Freiheitsgraden und mit dem opponierbaren Daumen stellt in der Evolution die Basis für den hochentwickelten „Homo sapiens“ dar. Eine mannigfaltige Bewegungsvielfalt, bei gleichzeitiger Adaption von Kraft, Geschicklichkeit und Schnelligkeit, ist mit diesem einzigartigen „Wunderwerk“ möglich. Mittels hochspezifischer Tastorgane lässt sie den Menschen die Umwelt wahrnehmen und beurteilen. Daraus resultieren unzählige Bewegungsmöglichkeiten für Gebärden der zwischenmenschlichen Kommunikation als Bindeglied zur Sprache (ZUMHASCH/WAGNER 2011). Durch Schrift, Musik und bildende Kunst kann die Hand den menschlichen Geist zum Ausdruck bringen (SCHMIDT/LANZ 2003).

Mit diesen gleichermaßen grob- und feinmotorischen sowie sensiblen Fähigkeiten ist der Mensch in der

Lage, für seinen Körper zu sorgen, ihn zu ernähren, zu kommunizieren und seine Umwelt zu gestalten (ZUMHASCH/WAGNER 2011). Mit all diesen Möglichkeiten trägt die Hand aber auch wesentlich zur Entfaltung sowie Weiterentwicklung des menschlichen Geistes und zur Modifizierung all seiner motorischen Fähigkeiten bei (PUTZ/TUPPEK 1999).

Basis dieser einzigartigen komplexen Funktionalität stellt das hervorragende Zusammenspiel der zentralen Steuerung mit den anatomischen Strukturen, wie Knochen und Gelenke, Muskeln und Sehnen, Nerven und Blutgefäße, dar; es macht die menschliche Hand aber auch zu einem äußerst komplizierten sowie auch anfälligen Organ (ZUMHASCH/WAGNER 2011).

Verletzungen und degenerative Prozesse können die Funktion der Hand (bzw. jedes anderen Gelenks) wesentlich beeinträchtigen, so dass es auch zu einschneidenden Behinderungen in der Ausübung bzw. Bewältigung der Alltagsverrichtungen kommt. Aus handtherapeutischer Sicht gilt es, die Regeneration dieser pathologischen Gewebe zu unterstützen, die strukturelle Funktion wiederherzustellen wie auch die Verbindung der zen-

tralen Ansteuerung zur Hand optimal anzubahnen.

Ohne das Training zentraler Steuermechanismen sind physiologisch rehabilitierte Strukturen häufig nicht in der Lage, ihre Bewegungsqualitäten für den Alltagsgebrauch ausreichend umzusetzen. Daraus können Folgeschäden wie beispielsweise Arthrosen bzw. der Nichtgebrauch und chronische Schmerzprozesse resultieren. Das CRPS (Complex Regional Pain Syndrom) ist ein entsprechendes Beispiel, bei dem laut einer Studie eine unzureichende Therapie nach 18 Monaten dazu führte, dass 75% der Patienten mehr oder weniger arbeitsunfähig blieben (DAUTY et al. 2001).

Aus diesem Grund ist es wichtig, mit einer zielgerichteten strukturellen, lokalen und segmentalen Therapie die zentralen Steuerungsmechanismen zu trainieren. Neben rein strukturellen Vorgehensweisen bieten sich das „Imaginäre Training“, das „Graded Motor Imagery Training“ und die „Spiegeltherapie“ an. Diese führen nachweislich zu positiven Therapieergebnissen.

Daraus resultieren je nach Indikation (wie z.B. Traumen, operative Eingriffe, degenerative Prozesse, Systemerkrankungen), unter Berücksichtigung der Begleitsymptome (wie z.B. Funktionseinschränkungen, Ödeme, Schmerzen, Narben, Muskelfunktionsstörungen, Kraftverlust), folgende therapeutische Vorgehensweisen:

- Lymphdrainage, Imaginäres Training
- Zunehmende Integration des ZIM Trainings-Systems KVT (ggf. auch weiterführende Therapien z.B. mit dem Handtutor bzw. BalensoSenso, etc.)
- Narbenbehandlung (Ultraschall mit Diclofenac-Gel, Narbengleiten und -verschieben, Narbenmassage, ggf. mit Narbensticks unter Einbindung spezifischer Aufbaucremes, ggf. Narbenpumpe, Taping, etc.)
- Manuelle Therapie (Wirbelsäulenmobilisation, aktive bzw. passive Bewegungsübungen, Gelenkspielmobilisation, 3-D-Mobilisation der Hand)

- Muskelmobilisation (Typaldos Fascientherapie, myofasciales Release, Triggerpunkttherapie, Stretch and Spray, etc.)
- Weiterführende Koordinations- und Stabilisationstrainings (ZIM Trainings-System KVT, Kurzhantel mit und ohne ZIM Trainings-System KVT – unter Einbindung von Alltagsmedien, etc.)
- Ggf. Alltagstraining – activities of daily living: z.B. Verhaltensprogramm „Graded Exposure“ nach DE JONG
- Bei Komplikationen Einbindung von Medikamenten: z.B. bei CRPS-I und II, schwersten Gewebeverwachsungen = z.B. DMSO-50% in Salbenform mit und ohne Diclofenac nach ärztlicher Verordnung, Graded Motor Imagery Training
- Ausnutzen von wie Placebos wirkenden Verfahrensweisen ohne schädliche Wirkung auf den Organismus (Verhalten des Therapeuten, Tapes, etc.)
- Ggf. Psychotherapie bzw. Schmerztherapie

2. Das „Imaginäre Training“

Traumatisierungen von Strukturen (z.B. der Hand) führen neben den lokalen Gewebeschäden auch zu Wirkungen innerhalb der menschlichen Statik sowie auf das zentrale Nervensystem. Störungen der Statik können sich im Bereich der Wirbelsäule auswirken und weiterführende pathologische Prozesse (z.B. Segmentblocken) einleiten. Dieser Zustand kann unter Umständen die strukturelle Handproblematik verstärken.

Aufgrund der Gewebeschädigung und der damit einhergehenden Schmerzproblematik führen angeborene Reflexe zur Hemmung der Wahrnehmung und des Gebrauchs der betroffenen Extremität (WINKEL/BLONDER 2011). Somit wird z.B. die verletzte Hand zum Schutze der Wundheilung vorübergehend aus dem Alltagsgeschehen ausgegliedert. WINKEL und BLONDER (2011) beschreiben diesen Zustand folgendermaßen:

„Die Person wird vor bedrohendem Schaden bewahrt, d.h. ‚Ausgliederung‘, die

Entfremdung von der nicht mehr als eigenen empfundenen Hand. Gleichzeitig starren viele die Extremität ebenso reflexartig und angstvoll an. Der Erkrankte starrt auf die als Bedrohung empfundene Hand wie sprichwörtlich ‚das Kaninchen auf die Schlange‘.“

Aus diesem Zitat lässt sich ableiten, dass nicht nur interne Prozesse die Wundheilung negativ beeinflussen, sondern auch unwillkürliche externe Gegebenheiten dazu beitragen. Dieser Sachverhalt führt in der Regel zu einer vorübergehenden instinktiven Nichtwahrnehmung der schmerzenden Hand (WINKEL/BLONDER 2011), einem so genannten lokalen Neglect. Somit schadet jede Verletzung oder jeder Verlust einer Extremität gleichzeitig mehr oder minder Zellen und Gewebe, trennt eine geschädigte Hand vom Selbst der Person und gleichzeitig die Person von ihrer Gemeinschaft (WINKEL/BLONDER 2011).

Unabhängig von lokalen Wundheilungsstörungen können so zentrale Prozesse auch die Regeneration der primär betroffenen Struktur negativ beeinflussen bzw. sogar an der Ätiologie schwerwiegender Komplikationen, in Form z.B. eines multifunktionalen CRPS mit einem chronischem Schmerzsyndrom und einer Störung der zentralen muskulären Ansteuerung der Hand, beteiligt sein.

Durch Magnetresonanz-Enzephalografien konnte nachgewiesen werden, dass bereits Immobilisationen der Hand von wenigen Wochen zu einer signifikanten Schrumpfung des Abstands der Repräsentation des 1. und 5. Fingers auf dem primären sensorischen Kortex sowie des Abstands zwischen der Mitte der Hand führte (MAIHÖFNER et al. 2003). Parallel nahm auch die Berührungsempfindlichkeit in der betroffenen Extremität zu (WINKEL/BLONDER 2011). Zusätzlich waren die zu der betroffenen Extremität gehörenden magnetischen Felder (Messung der somatosensorisch evozierten Magnetfelder, SEF) als Folge auf einen taktilen Reiz signifikant größer als die der gesunden Extremität (MAIHÖFNER et al. 2003).

Zu dem gleichen Ergebnis kamen auch JUOTTONEN et al. (2002). Außerdem fanden sie eine Veränderung der Reaktivität des 20-Hz-Rhythmus des motorischen Kortexes auf den taktilen Stimulus, woraus sie eine Veränderung der Inhibitionsvorgänge des motorischen Kortexes schlussfolgerten (ZUMHASCH/WAGNER 2011). Sogar die Immobilisation eines Arms nur am Tage verschlechterte die Geschicklichkeit und verringerte sowohl somatosensorische als auch motorische evozierte Potentiale örtlich über der gegenseitigen motorischen Hirnrinde (WINKEL/BLONDER 2011). JUOTTONEN et al. (2002) folgerten, dass chronische Schmerzen zu einer Beeinflussung der zentralen, taktilen und motorischen Verarbeitung führen können; gleiches gilt auch in der Umkehrfolge (ZUMHASCH/WAGNER 2011).

Starke Schmerzen können fortbestehen, obwohl die Nozizeptoren (die Melder von Schäden im Gewebe) nicht aktiv sind (WINKEL/BLONDER 2011). Des Weiteren beschreiben diese beiden Autoren, dass mehr als bei jedem anderen Wahrnehmungssystem die Empfindung des Schmerzes vom Gehirn selbst beeinflusst oder erzeugt wird. Das ZNS deutet die Empfindung des Schmerzes als Trennung der Extremität vom Organismus. In der Sprache des Körpers bedeutet Schmerz einen Schaden, d.h. er unterscheidet zwischen dem vorübergehenden Wundschmerz und einer andauernden Trennung, deren Zustand gleichzeitig wirkt und als bleibend fortbestehen kann – als ob die Wunde ins Hirn übertragen wird; der Dauerschmerz verletzt zunehmend die Person.

Wie bereits bei Phantomschmerzen in Studien belegt, soll auch die Problematik beim CRPS I in einem Missverhältnis zwischen der motorischen Intention und dem propriozeptiven Feedback liegen (SWART, STINS u. BEEK 2008). Bei Phantomschmerzen wird vermutet, dass der motorische Kortex nach wie vor Befehle zu der nicht mehr vorhandenen Extremität sendet, welche jedoch nicht ausgeführt werden können. Es kommt also nicht zu dem erwarteten propriozepti-

ven Feedback. Werden Bewegungen auf imaginärer Ebene bzw. mit der gesunden Extremität mittels eines Spiegels ausgeführt, bekommt das Gehirn über die Augen die Information, dass beide Extremitäten vorhanden seien. Damit wird ein visuelles Feedback für Bewegung geliefert (SWART, STINS u. BEEK 2008). MOSLEY (2004, 2005 u. 2008) führt diese Therapie wegen der Ähnlichkeit der Veränderung des sensorischen Kortexes auch bei CRPS-Patienten erfolgreich durch (TILL/ZUMHASCH 2009).

Fazit

Für F. MARCHAND (1901) bedeutet Heilung die „dauerhafte Wiederherstellung der getrennten Teile“ (WINKEL/BLONDER 2011). Er erklärt die Wirkung von Heilung nicht nur für die Einheit eines Gewebes oder der Hand, sondern auch für die betroffene Person und ihre Gemeinschaft. MARCHANDS Begriff von Heilung ist vereinbar mit der Vorstellung vom Menschen als einem „biopsychosozialen“ Wesen, d.h. ein gesundes Selbst ist im Einklang mit sich und seinen Gemeinschaften (WINKEL/BLONDER 2011).

Bereits in der Frühmobilisation können parallel eingebundene zentrale und lokale therapeutische Vorgehensweisen, d.h. „Imaginäre Trainingsformen“ unter Einbindung eines zentro-lokalen muskulären Koordinationstrainings „ZIM Trainings-System KVT“, an der Schmerzreduktion (bzw. Prävention einer Chronifizierung), Förderung der Wundheilung (Ödemreduktion) und Prophylaxe von späteren muskulären Koordinationsstörungen, Prävention von schwerwiegenden Komplikationen (z.B. CRPS), etc., wesentlich beteiligt sein. Daraus können erfolgreiche und kürzere Therapieverläufe, mit optimierten Ergebnissen für den Patienten wie auch für den Therapeuten, resultieren.

2.1. Ausführung des Imaginären Trainings in der prä- und postoperativen Akutphase

Bei schwerwiegenden Pathologien wie z.B. CRPS konnte MOSELEY (2004, 2005 u. 2008) aufzeigen, dass die Einbindung von imaginären Trainingsformen unter

Berücksichtigung eines Spiegels (Graded Motor Imagery Training) wesentlich erfolgreicher ist als eine klassische Physiotherapie. Untersuchungen weisen im Anschluss Regenerationsprozesse im ZNS auf. Das Graded Motor Imagery Training wurde hierbei in drei Phasen von jeweils Zwei-Wochen-Zyklen durchgeführt (Abb. 1).



Abb. 1: Graded Motor Imagery Training, 3. Phase Spiegeltherapie

Die Therapie wird primär als Heimtraining absolviert. Geübt wird dreimal zu jeder wachen Stunde für insgesamt zehn Minuten, d.h. pro Tag insgesamt ca. eine bis eineinhalb Stunden. Nach jeder Übungseinheit muss der Patient ein Protokoll führen über Tag und Uhrzeit, Schmerzlevel, Stimmung, Stadium, Schmerzverlauf (vorher–nachher) sowie besondere Auffälligkeiten beschreiben und das Ergebnis, wie schnell und akkurat die Ausführung möglich war, in Form einer Punktzahl vermerken (= Schmerzprotokoll).

In den Therapiestunden werden die Protokolle überprüft und gemeinsam mit dem Patienten besprochen. Das Schmerzgeschehen sollte sich mit dem Erreichen des nächsten Übungsstadiums stetig bessern (VAS-Kontrolle). Um die Schwierigkeitslevel im Laufe der Zeit auszubauen, werden vom Patienten die zur Therapie benutzten Karten nach seinem Schmerzempfinden (bzw. allg. Empfinden) in vier Kategorien eingeschätzt. Damit teilt der Therapeut die Kategorien in unterschiedliche Schwierigkeitsgrade ein (Kategorie 1 = leicht; Kategorie 4 = schwer). Dieser Ablauf wird für jede Phase von Patient und Therapeut neu beurteilt. Die unterschiedlichen Kategorien können dann nach dem Zeit-

plan in der hier folgenden Tabelle ihren Einsatz finden. Mit dieser Vorgabe kann der Patient die Schwierigkeit innerhalb der einzelnen Phasen langsam steigern (TILL/ZUMHASCH 2009).

Phase	Tag 1–4	Tag 5–8	Tag 8–14
1 Seitenzugehörigkeit erkennen	Kategorie 1–2	Kategorie 1–3	Kategorie 2–4
2 Imaginäres Bewegen	Kategorie 1	Kategorie 1–2	Kategorie 2–3
3 Spiegeltherapie	Kategorie 1	Kategorie 1–2	Kategorie 1–2

Nach postoperativen Eingriffen, Arthritiden, etc. liegen noch keine schwerwiegenden zentralen Veränderungen vor. Somit ist der rein kognitiv passive Anteil in der Frühmobilisation eher als Prophylaxe einer zentralen Schmerzchronifizierung oder einer Krankheitskomplikation, z.B. in Form eines CRPS, zu sehen. Es gilt primär der lokalen Neglectisierung entgegenzuwirken und die zentro-lokale Muskelsteuerung zu fördern, um eine frühzeitige Wiedereingliederung der betroffenen Extremität ins Alltagsgeschehen zu erleichtern.

Da zu diesem Zeitpunkt noch keine schwerwiegenden zentralen Veränderungen vorliegen, kann von den Zwei-Wochen-Zyklen sowie von der dritten Spiegeltherapie-Phase abgesehen werden, d.h. erst „chronifizierte Krankheitsformen“ machen die Einbindung der dritten Phase mittels eines Spiegels erforderlich. Somit kann das Imaginäre Training der Phasen I und II schnell und unkompliziert in der Frühmobilisation zu einer physiologischen Wundheilung beitragen.

Der Übergang von Phase I zu Phase II richtet sich nach den Empfindungen des Patienten und erfolgt bereits nach wenigen Tagen. Neben dem Imaginären Training sollte die Lymphdrainage ein fester Bestandteil in der Phase der Frühmobilisation (1. bis 5. Tag postoperativ) sein.

Aktive koordinative Trainingsformen (z.B. ZIM Trainings-System KVT) mit imaginärem Charakter werden in der Regel mit der Phase II (d.h. bereits ab ca. dem fünften bis elften Tag der Proliferationsphase, ab ca. der achten Woche nach Beugesehnenrupturen) in das Übungsprogramm integriert (neben der Narbenbehandlung, passiven und aktiven manuellen Gelenkstherapien, etc.). Das Imaginäre Training kann für jedes Gelenk (z.B. Hand, HWS, Knie) in der Frühmobilisation angewandt werden. Wichtig ist das Vorhandensein von gelenksspezifischen imaginären Trainingskarten.

Entwickelt wurde das weiterführende „Imaginäre Training unter Einbindung des ZIM-Trainings-Systems KVT“ von der Akademie für Handrehabilitation, verschiedenen ergo- und physiotherapeutischen Praxen sowie Ingenieuren mit professioneller Trainingserfahrung. Die handtherapeutische Praxis am Patienten zeigte, dass eine muskuläre Frühmobilisation unter Einbindung zentraler Steuerungsmechanismen aufgrund zu hoher Trainingswiderstände bis dato nicht möglich war.

Die Idee begründet sich auf der Basis des „Graded Motor Imagery Trainings“ und des koordinativen Muskeltrainings mit dem Flexi-Bar, Muscle-Power-Wing, etc. Die praktischen Erfahrungswerte am Patienten in der Frühmobilisation mit dem „Imaginären Training sowie dem ZIM Trainings-System KVT“ führten zu einer schnelleren Regeneration und Wiedereingliederung des Patienten ins Berufsleben. Somit helfen diese beiden Vorgehensweisen, die Lymphdrainage, die Narbenbehandlung sowie spezifische Gelenkmobilisation mit einem Muskeltraining unter Einbindung zentraler Steuerungsmechanismen bereits in der Frührehabilitation (Akutphase, z.B. postoperativ ab dem zweiten Tag) zu verbinden.

2.2 Materialien für die Frühmobilisation der Hand

Ein Set „gelenksspezifische imaginäre Trainingskarten, z.B. Hand“ mit 54 Handfunktionskarten (Abb. 2), ggf. Dokumentationsbögen

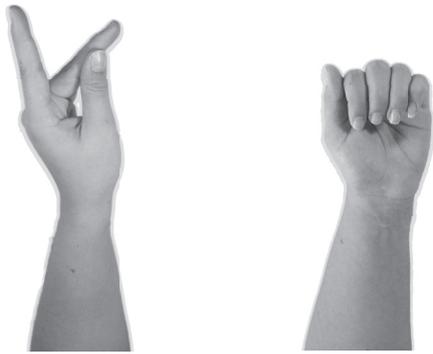


Abb. 2a/b: Beispielhafte imaginäre Trainingskarten

Ausführung: Der Patient wird in der Therapie über die Inhalte, Wirkung und Ausführung bzw. Abfolge des imaginären Trainings instruiert.

I. Phase:

Die 54 Handfunktionskarten werden gemischt und unwillkürlich werden jeweils 20 ausgewählt. Der Patient soll möglichst schnell und der Reihe nach die jeweilige Handkarte nach der Händigkeit „rechts“ oder „links“ imaginär zuordnen (Abb. 3).



Abb. 3: Ausführung imaginäres Training „Hand“

II. Phase:

Aus den 54 gemischten Karten werden wieder 20 ausgewählt. Der Patient muss sich jetzt gedanklich die bildlich dargestellte Handposition in einem Bewegungsablauf vorstellen. Wichtig ist, diese Übung nicht nach Schnelligkeit, sondern auf Präzision der gedachten Bewegung auszuführen. Je nach Indikation kann zu diesem Zeitpunkt bereits das koordinative zentro-intermuskuläre Training, z.B. mittels des „ZIM Trainings-Systems KVT“, integriert werden.

Auch in den Phasen I und II werden die ausgewählten Karten in vier Schwierig-

keitsgrade (Kategorien) eingeteilt. Mit Erreichen eines guten Empfindens wird in die nächst höhere Kategorie gewechselt. Das minutiöse Durchlaufen der Zwei-Wochen-Intervalle entfällt. Mit einem guten imaginären Bewegungsempfinden werden die aktiven koordinativen muskulären Trainingsformen eingebunden.

Angewandt wird das imaginäre Training nach allen postoperativen Eingriffen sowie allen akuten degenerativen wie auch systemischen Prozessen.

3. Das ZIM Trainings-System KVT

Je nach Indikation, dem Grad der Wundheilung und dem Verlauf des imaginären Trainings kann bereits ab dem fünften bis zehnten Tag postoperativ das ZIM Trainingssystem KVT zur Anwendung kommen (Abb. 4). Es sollte zu jeder wachen Stunde mindestens einmal geübt werden. Die Dauer ist jeweils abhängig vom Grad der Verletzung bzw. der Wundverhältnisse. Mittels Messung durch ein Oberflächentemperaturgerät kann die jeweilige persönliche Belastungsgrenze schnell erarbeitet werden.



Abb. 4: ZIM Trainings-System KVT – Ausführung „light rot“

Nach DIEMER und SUTOR (2007) ist das einzige nicht invasive Instrument für die Beurteilung des Ausmaßes und der Stärke einer Entzündungsreaktion die apparative Hautmessung per Oberflächenthermometer. Auf der betroffenen Seite wird der Ort der größten Temperaturentwicklung ermittelt und anschließend wird dieser Punkt markiert. Im Anschluss folgt die Messung des gleichen Punktes auf der Gegenseite. Aussagekräftig ist die Temperaturdifferenz zwischen beiden Seiten. Der normale Tem-

peraturunterschied darf nicht über 2°C liegen und darf bei einer körperlichen Belastung nicht um mehr als 1°C ansteigen (physiologische Entzündungsreaktion). Die Belastungsgrenze des Patienten wird auf der Basis der Kontrolle dieser Entzündung beurteilt.

Vor und während der aktiven Therapieintervention wird die Ausgangstemperatur der Wunde im Vergleich zur Gegenseite gemessen. Steigt die Temperatur um ca. 1°C, ist der maximale Belastungsparameter erreicht. Daher ist es notwendig, die Zeit des Temperaturanstiegs mittels einer Stoppuhr festzuhalten. Unabhängig davon darf das Training zu keinem wesentlichen, nachhaltigen Schmerz führen. Der festgehaltene Zeitfaktor (z.B. eine Minute) wie auch das Schmerzerleben bilden die Grundlage für die Belastungsgrenze innerhalb der Therapie sowie für das stündliche Eigentaining. Ein Temperaturanstieg über 1°C sowie übermäßige Schmerzen würden die Wundheilung stören, unter Umständen zu einer Ödemverstärkung führen und können Auslöser von Komplikationen, z.B. im Sinne eines CRPS, werden. Unabhängig vom Training mit dem „ZIM Trainings-System KVT“ gilt diese Regel für alle übrigen aktiven Bewegungsübungen während einer Therapieeinheit bzw. bei einem Heimübungsprogramm. Komplikationen in Form von Wundheilungsstörungen sind nicht nur Folge einer Verletzung, sondern können auch durch die Behandlung bzw. den Behandler an der Hand entstehen (WINKEL/BLONDER 2011).

Das „ZIM Trainings-System KVT“ fördert neben der zentralen Muskelansteuerung zur Extremität die strukturelle Muskelkoordination zwischen Agonist und Antagonist des Unterarms, dient dem Geschwindigkeitstraining dieser kontraktiven Muskelfasern und leitet das Kraft- und Ausdauertraining mittels Kurzhantel mit Beginn der Umbauphase ein (z.B. Radiusfrakturen 4. bis 6. Woche). Bei Sehnenrupturen ist eine Adaption mit dem ZIM Trainings-System KVT ab ca. der 8. Woche möglich (mit dem Einleiten von leichten isometrischen Kräftigungsübungen). Das Ein-

binden der größeren Widerstände sollte nicht vor der 12. Woche erfolgen. Das „ZIM Trainings-System KVT“ kann mit in das Stabilisationstraining mit der Kurzhantel eingebunden werden. Zudem eignet es sich für die Adaption an Werkzeuge und kann somit den Zugang zu den Alltagsverrichtungen erleichtern.

Aufgrund der Komplexität der mannigfaltigen Handverletzungen bzw. Händerkrankungen werden die Möglichkeiten der therapeutischen Adaption des „ZIM Trainings-Systems KVT“ im Folgenden an den Beispielen der Radiusfrakturen, Beugesehnenrupturen und degenerativen Erkrankungen vorgestellt. Die weiteren Einsatzmöglichkeiten lassen sich leicht aus diesen drei Beispielen auf weitere Krankheitsbilder übertragen.

Beachte: *Imaginäre Trainingsformen der Phase I und II, Lymphdrainage, Narbenpflege bzw. Narbentherapie, aktive Bewegungsübungen und manuelle Therapie sollten stets Basis des „ZIM Trainings-Systems KVT“ sein. Mit zunehmender Gelenkmobilität, im physiologischen Sinne, geht das therapeutische Vorgehen zunehmend in ein rein muskulär koordinatives, bis hin zum Kraft- bzw. Stabilisationstraining, über. Die vorgeschlagenen Therapiephasen in Tagen sollten abhängig vom jeweiligen Patienten variabel gestaltet werden, da die Schwere der Verletzung, das Alter, Begleiterkrankungen, wie z.B. innere Erkrankungen, Ernährungsgewohnheiten, Genussmittel, Infektionen (z.B. Phlegmone) sowie die allgemeine Konstitution sich auf den Grad der Entzündung und somit auf die Dauer des Heilungsprozesses in nicht unerheblichem Maße auswirken können.*

4. Anwendung des ZIM Trainings-Systems KVT bei distaler Radiusfraktur

Epidemiologisch ist die distale Radiusfraktur mit 25% die am häufigsten auftretende Fraktur des menschlichen Skeletts (STRASSMAIR/WILHELM 2001). Aufgrund von postmenopausalen osteoporotischen Veränderungen sind mehr Frauen als Männer, insbesondere im fünften bis siebten Lebensjahrzehnt, betroffen (STRASSMAIR/WILHELM 2001).

Eine Radiusfraktur resultiert in der Regel aus einem Sturz auf die gestreckte Hand. Die Kraftübertragung erfolgt durch eine Hebelwirkung über die Langfinger und den Daumen bis zu den Karpalknochen, einschließlich deren derben Kapselstrukturen am Handgelenk sowie in entgegengesetzter Richtung (STRASSMAIR/WILHELM 2003). Entsprechend den Studien von FRYKMAN (1967) kommt es zur typischen Fraktur bei einer Kräfteinwirkung von durchschnittlich 282kp (140–440kp) beim Mann, wohin 195kp (105–320kp) beim weiblichen Skelett genügen (OESTERN 2001).

Im deutschsprachigen Raum ist die Klassifikation der AO (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen) die am häufigsten verwendete Einteilung im Bereich des Unterarms (OESTERN 2001). Sie erfolgt nach dem ABC-Schema (OESTERN 2001):

A: Extraartikuläre Fraktur:

- ▶ A1 = extraartikuläre Fraktur der Ulna, Radius intakt
- ▶ A2 = extraartikuläre Radiusfraktur, einfach und impaktiert
- ▶ A3 = extraartikuläre Radiusfraktur

B: Einfache intraartikuläre Fraktur des Radius:

- ▶ B1 = partiell artikuläre Radiusfraktur, sagital
- ▶ B2 = partiell artikuläre Radiusfraktur, dorsale Kante
- ▶ B3 = partiell artikuläre Radiusfraktur, volare Kante

C: Komplex intraartikuläre Fraktur des Radius:

- ▶ C1 = vollständig artikuläre Radiusfraktur, artikulär einfach, metaphysär einfach
- ▶ C2 = vollständig artikuläre Radiusfraktur, artikulär einfach, metaphysär mehrfragmentär
- ▶ C3 = vollständige mehrfragmentäre artikuläre Radiusfraktur

Des Weiteren werden die Radiusfrakturen unterteilt nach der Art des Unfallgeschehens in eine Hyperextensionsfrak-

tur (Colles-Fraktur) und in eine Hyperflexionsfraktur (Smith-Fraktur).

Die klinischen Symptome der typischen Fraktur umfassen den Schmerz, die Schwellung, die Konturendeformierung und die Gebrauchsunfähigkeit des Handgelenks. Auf Begleitverletzungen weisen separat von der Frakturstelle vorhandene Druck- und Bewegungsschmerzen, Sensibilitäts- und Funktionsstörungen hin (PROMMERSBERGER et al. 2004).

Ziel jeder Behandlung ist die Wiederherstellung möglichst korrekter Achsenverhältnisse, ein vollständiger Längenausgleich und bei Gelenksbeteiligung eine möglichst exakte Wiederherstellung der Gelenksfläche sowie die adäquate Mitbehandlung eventueller Begleitverletzungen, wie z.B. Bandrupturen (RUDIGIER 2006) (Abb. 5 u. 6). Zur Verfügung stehen konservative, operativ geschlossene und operativ freigelegte Verfahren. Die Wahl der Vorgehensweise richtet sich nach dem Ausmaß des Traumas und nach den Bedürfnissen des Patienten (PROMMERSBERGER et al. 2004).



Abb. 5: A2-Fraktur, nicht reponiert



Abb. 6: A2-Fraktur, reponiert nach Aushang

Die häufigste Komplikation der distalen Radiusfraktur ist die Ausheilung in Fehlstellung. Zudem kommt es häufig nach ca. vier bis zwölf Wochen posttraumatisch zu einer Ruptur der Sehne des M. extensor pollicis longus (PROMMERSBERGER et al. 2004). Eine Pseudarthrosebildung ist sehr selten (SCHMITT/LANZ 2004). Es sollten sich innerhalb von drei Monaten Zeichen der Konsolidierung im Röntgenbild zeigen. Bleibt diese nach sechs Wochen aus, wird von einem sol-

chen Falschgelenk gesprochen (PROMMERSBERGER et al. 2004).

4.1 Konservativ versorgte Radiusfraktur

Einfache stabile Frakturformen werden in der Regel konservativ versorgt. Die Reposition einfacher A1-, A2-, einiger B1- und weniger C1-Frakturen erfolgt geschlossen unter Röntgendurchleuchtung (Abb. 7); bei fraglicher Stabilität wird eine perkutane Bohrdrahtstabilisierung mit einbezogen (WEISE 2009). Zunächst wird die Fraktur für etwa 48 Stunden in einem Gipsverband geschlossen, somit ist eine Kontrolle bezüglich der Sensibilität und Durchblutung möglich (OESTERN 2001). Jegliche Form von physio- und ergotherapeutischen (handtherapeutischen) Maßnahmen sind in dieser Zeit kontraindiziert.



Abb. 7: A2-Fraktur, ca. fünf Wochen nach Unfall

Im Anschluss erfolgt die Adaption einer zirkulären Gipsbinde (bzw. Cast) für ca. vier Wochen, welche nicht durch die Hohlhand geführt werden sollte (OESTERN 2001). Regelmäßige Röntgenkontrollen nach der 4711-Regel, d.h. am 4., 7. und 11. Tag posttraumatisch (WEISE 2009) sowie am 28. Tag, sind einzuplanen (OESTERN 2001).

Die handtherapeutische Mobilisation des Ellenbogengelenks und aller Fingergelenke beginnt sofort, die gelenkspezifische Wiederherstellung ab der vierten Woche (OESTERN 2001):

1. Phase Frühmobilisation ca. 2. bis 5. Tag:

- ▶ Lymphdrainage (vegetative Techniken im Bereich der BWS)

- ▶ Imaginäre Trainingsformen (Rechtslinks-Zuordnung, imaginäre Bewegungen)
- ▶ ggf. passive und aktive manuelle Therapie von Finger- und Ellenbogengelenk
- ▶ stündliches Heimtraining für den Patienten (z.B. Hochlagern, imaginäre Trainingsformen, ggf. aktive Bewegungsübungen der benachbarten Gelenke)

2. Proliferationsphase ca. 5. Tag bis 28. Tag:

- ▶ ggf. Lymphdrainage
- ▶ passive und aktive manuelle Therapie von Finger- und Ellenbogengelenk
- ▶ ZIM Trainings-System KVT, sofern der Faustschluss weitgehend möglich ist, mit den Gewichtsclips „light rot“ bis „strong gelb“
- ▶ stündliches Heimtraining für den Patienten
- ▶ beginnende Integration in die Alltagsverrichtungen

3. Umbauphase ab ca. 4. Woche:

- ▶ passive und aktive manuelle Therapie, insbesondere des Handgelenks
- ▶ ZIM-Training mit den Gewichtsclips „strong gelb“ bzw. „light grün“ bis „strong grün“
- ▶ zunehmend Integration von weiterführendem Stabilisationstraining, z.B. mittels Kurzhantel (ggf. mit Integration des ZIM Trainings-Systems KVT)
- ▶ Heimtraining, für den Patienten weiterführende Integration in die Alltagsverrichtungen bzw. in das Berufsleben

Beachte: Bei unterstützender Bohrdrahtversorgung beginnt die handtherapeutische Vorgehensweise erst mit den Maßgaben der Umbauphase ab ca. der 4. Woche.

4.2 Operativ versorgte Radiusfraktur

Frakturen mit Gelenksbeteiligung und solche mit einem höheren Instabilitätsgrad werden operativ behandelt; das kann sich auch auf dislozierte A1- und A3-Frakturen mit dorsaler Trümmerzone bezie-



Abb. 8 (links): Disl. A3-Fraktur seitl. nach Unfall

Abb. 9 (mittig): Disl. A3-Fraktur 8. Woche postop.

Abb. 10 (rechts): C1-Fraktur 4. Woche postop.

hen (WEISE 2009) (Abb. 8). Versorgungen mit K-Draht-Spickung werden für ca. vier Wochen ruhiggestellt, wobei die Drähte noch für ca. zwei Wochen belassen werden (OESTERN 2001). Die gelenksübergreifende Osteosynthese mit dem Fixateur externe findet seine Indikation bei großen Weichteilschäden und ausgedehnten Trümmerfrakturen (WEISE 2009). Für diese Versorgungsform gilt die gleiche handtherapeutische Therapie wie für die konservative Versorgung, wobei sich die Vorgehensweise innerhalb der Proliferationsphase auf ca. sechs Wochen verlängert.

Alle weiteren operativ versorgten Frakturen ohne K-Draht-Beteiligung, d.h. Plattenosteosynthesen mit und ohne Schraubenosteosynthesen, unterliegen der Frühmobilisation. Die Domäne der Schraubenosteosynthese ist die Fraktur des Processus styloideus radii. Plattenosteosynthesen finden bei A3- (MISSAKIAN et al. 1992), B2-3- und bei den meisten C1-2-, gelegentlich auch bei den C-3-Frakturen, ihre Anwendung (WEISE 2009) (Abb. 9 u. 10). Zudem bietet ein winkelstabiles Implantat auch bei osteoporotischen Knochen eine zuverlässige Stabilität (WEISE 2009).

Die palmare Plattenosteosynthese ist dem dorsalen Verfahren vorzuziehen, da dabei stets die Gefahr einer Strecksehnenruptur, insbesondere des M. extensor pollicis longus, besteht (WEISE 2009). Die dorsale Implantation findet in der Regel ihre Anwendung für kleine Gelenkfragmente bei streckseitiger Dislokation (WEISE 2009). Bei diesen Verfahren ist ei-

ne kurzfristige Ruhigstellung für die Unterstützung der Ödemreduktion (Wundheilung) sinnvoll; anschließend ist eine rasche handtherapeutische Mobilisation in Abhängigkeit von der Knochenstruktur und Stabilität der Osteosynthese möglich (OESTERN 2001). Daher sollte aus Gründen des handtherapeutischen Vorgehens stets eine Rücksprache mit dem Operateur erfolgen.

1. Phase Frühmobilisation ca. 2. bis 5. Tag:

- ▶ Lymphdrainage (vegetative Techniken im Bereich der BWS)
- ▶ Imaginäre Trainingsformen (Rechts-links-Zuordnung, imaginäre Bewegungen)
- ▶ ggf. passive und aktive manuelle Therapie von Finger- und Ellenbogengelenk wie auch leichte Vorgehensweise am Handgelenk
- ▶ stündliches Heimtraining für den Patienten (z.B. Hochlagern, imaginäre Trainingsformen, ggf. aktive Bewegungsübungen)

2a. Proliferationsphase ca. 5. Tag bis ca. 11. Tag:

- ▶ Lymphdrainage und Narbenpflege (z.B. Narbenschwimmen)
- ▶ passive und aktive manuelle Therapie der Fingergelenke und des Ellenbogengelenks, leichte Vorgehensweise am Handgelenk
- ▶ ggf. zentro-intermuskuläres Training (ZIM Trainings-System KVT mit dem Gewichtsclip „light rot“)

- stündliches Heimtraining für den Patienten

2b. Proliferationsphase ca. 11. Tag bis ca. 4.–6. Woche:

- Narbentherapie (z.B. Narbenmassage mit spezifischen hyaluronsäurehaltigen Pflegecremes, Narbensticks, Narbenpumpe, etc.)
- passive und aktive manuelle Therapie mit Schwerpunkt Handgelenk
- zentro-intermuskuläres Training (ZIM Trainings-System KVT) mit den Gewichtsclips „medium rot“ bis „strong gelb“
- stündliches Heimtraining für den Patienten mit beginnender Integration in die Alltagsverrichtungen bzw. in das Berufsleben

3. Umbauphase ab ca. 4. bis 6. Woche:

- passive und aktive manuelle Therapie mit Schwerpunkt Handgelenk
- ZIM Trainings-System KVT mit den Gewichtsclips „strong gelb“ bzw. „light grün“ bis „strong grün“.
- zunehmende Integration von weiterführendem Stabilisationstraining z.B. mittels Kurzhantel (ggf. unter Berücksichtigung des ZIM Trainings-Systems KVT)
- Heimtraining für den Patienten, weiterführende Integration in das Berufsleben bzw. in die Alltagsverrichtungen

5. Anwendungen des ZIM Trainings-Systems KVT bei Arthrosen des Handgelenks sowie der Daumen- und Fingergelenke



Abb. 11: Arthrose DRUG Handgelenk

Degenerative Prozesse des Handgelenks werden unterteilt in die Arthrose des distalen Radioulnargelenks (DRUG), die des Radiokarpalgelenks und die Arthrose innerhalb der Scaphotrapezialgelenke.

Im Bereich des DRUGs (Abb. 11)

sind die ätiologischen Faktoren die angeborene und erworbene Inkongruenz der Gelenkflächen (Formvarianten des Caput ulnae oder Längendifferenzen der Unterarmknochen (FÖRSTNER 1987), eine angeborene Bandlaxität mit dem klinischen Bild der federnden Elle (SCHMIDT et al. 1998) sowie Rupturen im Bereich des TFCC (CARLS 2009). Innerhalb des Radiokarpalgelenks werden posttraumatische Geschehnisse, im Sinne einer distalen Radiusfraktur mit Gelenksbeteiligung (MARTINI 2003), Scaphoidfrakturen (CARLS 2009), Verletzungen der karpalen Bänder (DISI, PISI, etc. – SENNWALD et al. 1993), Knochennekrosen (z.B. Lunatummalazie – MARTINI 2003) sowie Infekte (CARLS 2009) beschrieben (Abb. 12).



Abb. 12: Arthrose des Handgelenks



Abb. 13: STT-Arthrose des Handgelenks mit Arthrose des Daumensattelgelenks

Zirka 95% der Arthrosen des Handgelenks kommen allerdings im Bereich der Scaphotrapezialgelenke (zwischen Scaphoid, Trapezium und Trapezoideum) vor (CARLS 2009) (Abb. 13). Als mögliche Ursachen werden Überlastungssyndrome des radialen Strahls, Traumen, hor-

monelle Einflüsse, Polyarthrose, Folgen einer Rhizarthrose (MARTINI 2003) sowie Formvarianten des Scaphoids (BADE et al. 1994) bzw. Störungen der Arthrokine- matik des Os scaphoideums mit den be- nachbarten Handwurzelknochen (WEIN- ZWEIG/WATSON 2001) genannt. Betroffen ist jede zehnte Hand bei Menschen über 50 Jahren (NORTH/EATON 1983).

Weiterlaufend kann eine solche Arthrose Auslöser eines beugeseitigen Ganglions (CASTAM et al. 1968) bzw. einer Tendova- ginitis der FCR-Sehne (M. flexor carpi radialis) sein (MARTINI 2003). Im fortge- schrittenem Stadium der Arthrose ver- sagt die konservative Therapie (CARLS 2009). Es bieten sich z.B. operative Maß- nahmen der Denervation nach WILHELM (1966), Teilarthrosen- und Vollarthro- desen des Handgelenks an (CARLS 2009).

Die degenerativen Erkrankungen des Daumensattelgelenks (Abb. 14) und der Fingergelenke sind noch immer nicht 100%ig geklärt und werden somit als idiopathische Arthrose bezeichnet (MAR- TINI 2003) (Abb. 15). Bisher wurde ein einzelnes geschlechtsgebundenes auto- somales Gen gefunden (SPECTOR et al. 1993). Ein Zusammenhang zwischen einer Disposition und der Belastung die- ser Gelenke wird vermutet (BERGENUDD et al. 1989; NAKAMURA 1993). ACHESON et al. (1970) beobachteten einen häufi- gen Befall der dominanten Hand und BERGENUDD et al. (1989) fanden mehr Heberden-Arthrosen bei manuell tätigen Frauen mit Präzisionsarbeiten. Des Weiteren führt MARTINI (2009) im Rah-

men der Rhizarthrose Bandinstabilitä- ten (KOEKKE 1994), Inkongruenz der Ge- lenkflächen unter Berücksichtigung von Rotationsbewegungen (EATEN u. LITTLER 1973) und Muskelimbancen zwischen den Adduktoren- und Abduktoren (BRU- NELLI et al. 1989) mit auf.

Epidemiologisch kommt die Heberden- Arthrose (DIP-Gelenke) bei 13% sowie die Daumensattelgelenksarthrose bei 10,5% der Bevölkerung vor (WAGENHÄU- SER 1969). Das Verhältnis zwischen Frau- en und Männern liegt bei 10:1 (GELDMA- CHER/WOPPMANN 1994); Frauen sind über- wiegend in der Menopause ab dem 45. Lebensjahr betroffen (STÄBLER, SCHMITT u. KRIMMER 2004). Die Bouchard-Arthro- se (PIP-Gelenke) tritt seltener auf und betrifft beide Geschlechter gleichermaßen mit einem doppelseitigen symmetri- schen Verlauf (MARTINI 2009). Zeige- und Ringfinger sind am häufigsten betroffen (MARTINI 2003).

Die Heberden-Arthrose verläuft schub- weise mit den charakteristischen gang- lienartigen Knoten streckseitig des DIP- Gelenks (Abb. 16) und kann mit einer Deformierung bzw. mit Bewegungsver- lust enden, wobei die Schmerzsympto- matik parallel abnimmt (MARTINI 2009). Die Bouchard-Arthrose wird begleitet von Bewegungsschmerzen, einer spin- delförmigen Gelenksverdickung mit Funktionsverlust bis hin zur Beugekon- traktur (MARTINI 2009) (Abb. 17).

Bei der Rhizarthrose ist klinisch der Ge- lenksbereich geschwollen und druck- schmerzhaft (STÄBLER, SCHMITT u. KRIM-



Abb. 14 (links):
Daumensattel-
gelenksarthrose

Abb. 15 (mittig):
Polyarthrose der
Hand

Abb. 16 (rechts):
Arthrose im PIP-
Gelenk (Heberden-
Arthrose)

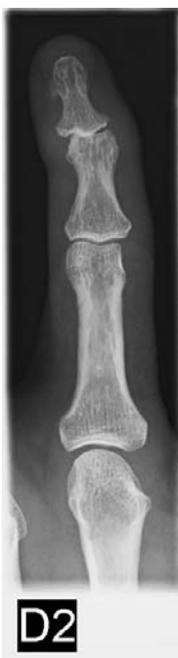


Abb. 17: Arthrose im DIP-Gelenk (Bouchard-Arthrose)



Abb. 18: Tiefe Beugesehnenverletzung Hohlhand (1)

MER 2004). Die Abduktionsbewegungen bzw. Bewegungen unter axialer Belastung sind schmerzhaft und führen im fortgeschrittenen Stadium zu einer metakarpalen Subluxationsstellung nach radial und proximal, woraus konsekutiv eine Adduktionshaltung des Metakarpale I bei Überstreckung des MP-Gelenks resultiert (STÄBLER, SCHMITT u. KRIMMER 2004).

Die konservative Therapie gliedert sich in medikamentöse Maßnahmen, manuelle Therapie und in die Verbesserung der muskulären Gelenksansteuerung auf. Zudem helfen (insbesondere im Bereich des Daumengelenks) Stabilisationstapes bzw. im stark fortgeschrittenen Stadium Daumenschienen.

Bleibt der Erfolg einer solchen Therapie aus, sollte eine operative Versorgung in Erwägung gezogen werden. Der häufigste Eingriff ist die Trapezektomie mit einer Erfolgsquote von 90% (MARTINI 2009). Postoperativ ist eine Ruhigstellung in einem Zeitraum von vier Wochen erforderlich (unter Berücksichtigung von Lymphdrainage, imaginärem Training und Narbenbehandlung). Im Anschluss erfolgt die Wiederherstellung der Beweglichkeit über aktive Mobilisationsübungen und muskuläres Koordinationstraining (ZIM Trainings-System KVT).

1. Konservative Therapie in der Akutphase ca. 1. bis 5. Tag:

- ▶ Medikamentöse Therapie (vegetative Techniken im Bereich der BWS)
- ▶ Imaginäre Trainingsformen (Rechtslinks-Zuordnung, imaginäre Bewegungen)



Abb. 19: Tiefe Beugesehnenverletzung Hohlhand (2)

- ▶ Passive, schmerzhemmende manuelle Therapie von Finger- und Daumensattelgelenk
- ▶ ggf. Stabilisationstape oder Daumenorthese
- ▶ ggf. ZIM-Trainings-System KVT mit dem Gewichtscлип „light rot“

2a. Konservative Therapie nach der akuten Phase ab ca. 5. Tag:

- ▶ passive und aktive manuelle Therapie der Finger- und Daumengelenke für eine physiologisch optimierte arthrokinesematische Funktion dieser Gelenke
- ▶ Einbindung des zentro-intermuskulären Trainings (ZIM Trainings-System KVT) zunehmend mit den Gewichtsclips „medium rot“ bis „strong grün“. Die gelenksspezifische Muskelansteuerung wird verbessert unter Berücksichtigung von Kraft und Ausdauer
- ▶ Weiterführung des Stabilisationstrainings (Handmaster, Theraband, etc.)
- ▶ Stabilisationstaping (ggf. eine Orthese für die Nacht)
- ▶ Heimtraining für den Patienten (Erhalt und Prävention)
- ▶ ggf. ADL

6. Anwendungen des ZIM Trainings-Systems KVT bei operativ versorgter Beugesehnenruptur

Die Beugesehnenchirurgie ist ein anspruchsvolles Betätigungsfeld für Arzt und Therapeut. Am häufigsten treten Beugesehnenrupturen im Zusammenhang mit Schnittverletzungen auf (LAUTENBACH, EISENSCHENK u. SPARMANN 2003) (Abb. 18 u. 19). Aufgrund der unter-

schiedlichen Operationsverfahren und der unterschiedlichen Gewebeerhältnisse werden Beugesehnenrupturen der Hand in sieben Zonen eingeteilt (RUDIGIER/KELLER 2009). Es lassen sich unterschiedliche Modifikationen zu dieser Einteilung in der Literatur finden (GELDMACHER et al. 1991):

- ▶ **Zone 1:** distal vom PIP bis Endgliedbasis (Abb. 20)
- ▶ **Zone 2:** PIP bis Metacarpalköpfchen (Sehnenverlauf in einem osteofibrösen Kanal)
- ▶ **Zone 3:** Hohlhandbereich (Sehnen ohne Sehnnenscheiden)
- ▶ **Zone 4:** Karpaltunnelkanal (Sehnen, N. Medianus)
- ▶ **Zone 5:** proximal der Sehnnenscheiden (Unterarm)
- ▶ **Zone 6:** Endgliedbasis I bis proximale MC I Köpfchen des D
- ▶ **Zone 7:** MC I Köpfchen (Thenarbereich des Daumens)

Die Zone 2 (bzw. Zone 6) gilt als besonders verwachsungsgefährdetes Gebiet, da im Bereich des Digitalkanals der M. flexor digitorum profundus durch die Sehne des M. flexor digitorum superficialis zieht (VERDAN 1966). Somit stellt diese Zone eine besondere Herausforderung für den Erhalt der Sehnenfunktion dar. Es muss ein Kompromiss zwischen der Erhaltung und der Gleitfähigkeit (Funktion) sowie der Belastbarkeit gefunden werden. Insgesamt neigen alle Beugesehnenrupturen zu Adhäsionen mit den umliegenden Geweben und können somit zu schwerwiegenden Funktionsstörungen führen. Zudem verliert die an-

fänglich feste Sehnennaht zunehmend an Stabilität; erst ab ca. der zweiten Woche des Heilungsvorgangs nimmt deren Zugfestigkeit wieder zu (RUDIGIER 2006).

Die auf Herold KLEINERT zurückzuführende „dynamische Fixierung (Controlled Active Motion)“ schützt die Sehnennaht vor Belastung und beugt Verwachsungen im Nahtbereich vor (RUDIGIER/KELLER 2009). Für die Entlastung der Sehnennaht werden das Handgelenk mittels einer Dorsal-Orthese in 60° Palmarflexion und die MCP-Gelenke in ca. 35° Flexion immobilisiert (PECHLANER, HUSSL u. KERSCHBAUMER 1998). Auf die Fingernägel der verletzten Finger wird z.B. eine Metallöse mit einem elastischen Zügel geklebt und verbandsnah zum Unterarm, d.h. Richtung Scaphoid, geführt (RUDIGIER/KELLER 2009). Im Anschluss wird dieser so stark gespannt, dass durch den Zug die Finger passiv in Beugestellung gebracht werden und aktiv zu strecken sind (PECHLANER, HUSSL u. KERSCHBAUMER 1998) (Abb. 21).

Die Extension sollte stets bis zur dorsalen Begrenzung der Schiene am dritten Tag postoperativ möglich sein (RUDIGIER/KELLER 2009).

Elektromyographische Untersuchungen konnten eine reziproke Relaxation der Flexoren bei aktiver Extension bestätigen (BREIER 1997). Das Ziel der postoperativen Therapie ist der Schutz der Nahtstelle vor einer zu frühen Zugbelastung. Damit heilt die Naht unter gleichzeitiger Bewegung angemessen aus und ihre alte Zugfestigkeit kann wieder erreicht werden (KLEINERT et al. 1967, 1981 und 1988). Wenn möglich, sollte der Patient über einen Zeitraum von vier bis

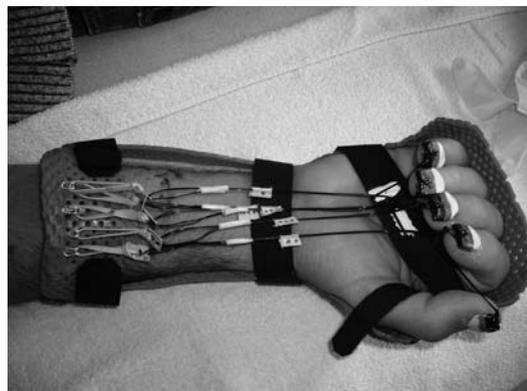


Abb. 20 (links): Beugesehnedurchtrennung intraoperativ, Naht kleiner Finger

Abb. 21 (rechts): Tiefe Beugesehnenverletzung Hohlhand – Kleinert-Schiene postop.

Abb. 22: Tiefe Beugesehnenverletzung Hohlhand – dynamische Fixierung



fünf Wochen einmal stündlich (zu den wachen Zeiten) für ca. drei bis fünf Minuten sein Übungsprogramm durchführen (RUEDIGIER 2006).

Nach vier bis fünf Wochen wird die Orthese entfernt und die dynamische Fixierung ist für ca. eine Woche über das Anbringen der Gummizügel über ein Uhrband bzw. Klettband fortzuführen (RUEDIGIER 2006) (Abb. 22). Während dieser Therapiephase ist eine wöchentlich Kontrolle durch den behandelnden Chirurgen anzuraten.

Ab ca. der fünften bis sechsten Woche sind rein aktive Bewegungen durchzuführen. Auch ist eine passive manuelle Gelenktherapie einzubinden, da nach dem Entfernen der dynamischen Fixierung noch keine volle Beweglichkeit und Belastbarkeit zu erwarten sind. Muskuläre Stabilisationen sind frühesten ab der achten bis zwölften Woche möglich, da die Rupturgefahr im Nahtbereich in dieser Zeit noch sehr groß ist (RUEDIGIER 2006).

1. Mobilisation nach Kleinert ca. 1. Tag bis ca. 5. bis 6. Woche:

- ▶ Dynamische Fixierung nach Kleinert
- ▶ Lymphdrainage
- ▶ Imaginäre Trainingsformen (Rechts-links-Zuordnung, imaginäre Bewegungen)
- ▶ Narbenpflege und dosierte Narbenbehandlung vom Handtherapeuten
- ▶ Stündliches Heimtraining für den Patienten

2. Aktive Gelenkmobilisation 5. bis 6. Woche bis ca. 8. bis 12. Woche:

- ▶ aktive Bewegungsübungen

- ▶ dosierte passive Gelenkmobilisation (manuelle Therapie)
- ▶ Narbenbehandlung
- ▶ stündliches Heimtraining für den Patienten
- ▶ zunehmende Integration des zentrointermuskulären Trainings (ZIM Trainings-System KVT mit den Gewichtscups „light rot“ bis „strong rot“) ab ca. 8. Woche

3. Muskelstabilisation ab ca. 8. bis 12. Woche bis ca. 6. Monat:

- ▶ forcierte Narbentherapie
- ▶ forcierte passive und aktive manuelle Therapie (ggf. Quengelung der Finger)
- ▶ ZIM Trainings-System KVT mit den Gewichtscups „strong rot“ bis ggf. „strong grün“
- ▶ Kurzhanteltraining ab ca. 12. Woche
- ▶ stündliches Heimtraining für den Patienten mit beginnender Integration in die Alltagsverrichtungen bzw. in das Berufsleben

4. Wiedereingliederung ins Berufsleben ab ca. 6. Monat:

- ▶ zunehmende Integration von weiterführendem Stabilisationstraining z.B. mittels Kurzhantel unter Berücksichtigung des ZIM-Trainings-Systems KVT
- ▶ forcierte manuelle Therapie (ggf. mit Quengelung der Finger)
- ▶ Heimtraining für den Patienten und Integration in das Berufsleben bzw. vollständiger Alltagsgebrauch

Weitere Indikationen für das ZIM Trainings-System KVT

- ▶ Rheumatoide Arthritis Stadium I und II außerhalb der Entzündungsschübe (ab Stadium II unter Schienenstabilisation)
- ▶ Dupuytren'sche Kontraktur nach Wundverschluss
- ▶ CTS-Op nach Wundverschluss
- ▶ Sehnscheidenentzündungen subakut bzw. nach Wundverschluss
- ▶ CRPS

7. Vorgehensweise und Trainingsbeispiele für das Handgelenk

7.1 Material

ZIM Trainings-System KVT „Hand and Finger“ bestehend aus: zwei Handy-Bars „Normally“ and „Support“ (Fixationsstäbe für das Handgelenk) bzw. zwei Klett-Bands (Fixationsklettband Handgelenk und Finger), je drei flexiblen Swing-Systemen (Flexi-Swings) für das Handgelenk mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden in Bezug zur zentro-intermuskulären Koordination (rot = leicht, gelb = mittel und grün = schwer); unterteilt in jeweils drei unterschiedliche Gewichtsclips (light, medium und strong). Für die Finger stehen zwei Schwierigkeitsgrade zur Verfügung (rot = leicht und gelb = strong), mit jeweils zwei unterschiedlichen Gewichtsclips (light und strong).

7.2 Wirkungsweise

Das ZIM Trainings-System KVT fördert die zentrale-lokale-muskuläre Gelenk-ansteuerung und die dafür notwendige Muskelkoordination. Des Weiteren wird die reaktive Geschwindigkeit der jeweiligen Muskelkontraktion verbessert. Somit trägt das ZIM Trainings-System KVT zu einem fließenden Übergang vom aktiven Bewegen zum lokalen Stabilisations- und Krafttraining bei.

7.3 Vorgehensweise

In der postoperativen Akutphase bzw. bei akuten Arthritiden (ca. 1. bis 5. Tag)

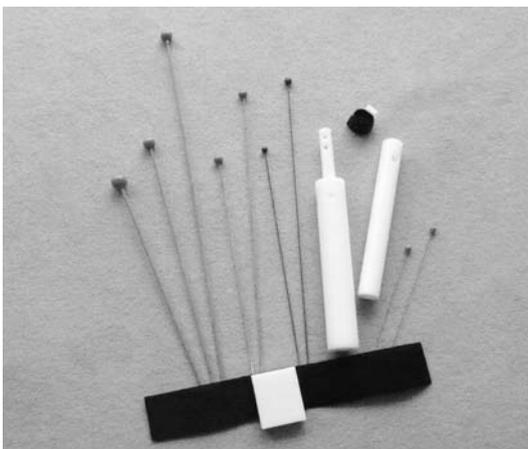


Abb. 23: ZIM Trainings-System KVT: Set-Beispiel

wird das therapeutische Vorgehen mit der Lymphdrainage und mit dem Imaginären Training (Imaginäre Trainingskarten) zur Prävention einer Neclect-Bildung eingeleitet.

Je nach Krankheitsbild und Heilungsverlauf wird der ungefähre Zeitpunkt für die Adaption des ZIM Trainings-Systems KVT am Patienten gewählt (ca. 5. bis 10. Tag post-op oder post-akut). Das Training beginnt stets mit dem zentral-lokal ausgerichteten, koordinativen Muskeltraining, und es sollten stets die Schwierigkeitsgrade von rot bis grün durchlaufen werden. Die Dauer (z.B. 1/2 Minute) sowie die Anzahl der Trainingsfrequenzen (z.B. 3) werden anhand der bilateralen Temperaturmessung festgelegt. Das Übungsprogramm ist möglichst stündlich und schmerzfrei zu den wachen Zeiten durchzuführen.

Mit Erreichen einer guten Koordination wird vom 3. Flexi-Swing „strong rot“ zum 1. Flexi-Swing „light gelb“ gewechselt. Auch hier gilt die gleiche serielle Vorgehensweise von „light gelb“ bis „strong gelb“ und anschließend von „light grün“ bis „strong grün“. Daraus resultiert eine stetige Anforderung an die Koordination bei einem gleichzeitig kontinuierlich ansteigenden muskulären Widerstand.

Mit zunehmender Mobilität und muskulärer Koordination wird jetzt mit dem forcierten Stabilisationstraining, z.B. unter Einbindung einer Kurzhantel, begonnen. Auch in dieses Training kann das ZIM Trainings-System KVT integriert werden. Zudem sollten schon frühzeitige Adaptionen an Sport- und Alltagsgeräten stattfinden. Über zentrale Mechanismen wird somit die Integration von Werkzeugen etc. in den Alltagsprozess beschleunigt (ADL).

Ausgangsstellung: Sitzend oder stehend in weitgehend aufrechter Haltung

7.4 Praktische Beispiele für die Ausführung in der Akutphase

Verwendung findet in der Akutphase der rote Flexi-Swing „light rot“ bis ggf. „light strong“. Die Abb. 24 bis 27 zeigen einige Übungsbeispiele.



Abb. 24 (l.) u. Abb. 25 (r.): Koordinative Extension–Flexion



Abb. 26: Koordinative Radialduktion–Ulnarduktion



Abb. 27: Koordinative Pronation–Supination

7.5 Praktische Beispiele für die Ausführung in der Proliferationsphase

In dieser Phase (ca. ab dem 11. Tag) werden zunehmend die Farben Gelb bis Grün in die Übungsabläufe integriert. Je kürzer der Flexi-Swing und je größer der Gewichtscup, desto größer die koordinative Anforderung hinsichtlich muskulärer Koordination und Belastung. Es sollten stets die Farben Rot bis Grün in serieller Abfolge durchlaufen werden. Die Abb. 28 bis 30 zeigen einige der möglichen Übungsvarianten auf.

7.6 Praktische Beispiele für die Ausführung in der Umbauphase

Ab der 4. bis 6. Woche (je nach Heilungsverlauf) geht das Training in das koordinative Belastungstraining z.B. mit der Kurzhantel über. Auch ermöglichen Adaptionen an Sportgeräten, Werkzeugen etc. einen leichteren bzw. schnelleren Wiedereinstieg in das alltägliche Leben. Bei Sehnenrupturen darf ein solches Training erst ab ca. der 12. bis 24. Woche beginnen. In den Abb. 31 und 32 werden einige Übungsvarianten vorgestellt.



Abb. 28 (o.l.): Koordinative Pronation–Supination Klettfixation



Abb. 29 (o.m.) u. Abb. 30 (o.r.): Koordinative Finger–Extension–Flexion

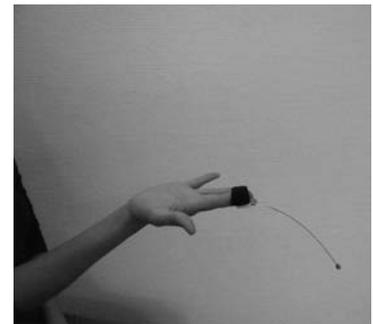


Abb. 31 (u.l.): ZIM Trainings-System KVT mit Kurzhantel



Abb. 32 (u.r.): ZIM Trainings-System KVT mit Alltagsbezug Hammer



Über die Autoren:

Rainer Zumhasch: Ergotherapeut und Fachhochschuldozent der DIPLOMA-FH-Nordhessen, eigene ergotherapeutische Praxis und Privatpraxis für Physiotherapie in Bad Pyrmont, Referent und 1. Geschäftsführer der Akademie für Handrehabilitation in Bad Münden, Referent auf unterschiedlichen Kongressen, Publikationen (z.T. wissenschaftlich) in verschiedenen Fachzeitschriften aus dem Bereich der Ergo- und Physiotherapie sowie Autor bzw. Mitautor von diversen wissenschaftlichen handchirurgischen bzw. handspezifischen Büchern.

Michael Wagner: Physiotherapeut und Fachhochschuldozent der DIPLOMA-FH-Nordhessen, Lehrer für Manuelle Therapie, Heilpraktiker etc., eigene physiotherapeutische Praxis in Hannover, Dozent der Akademie für Handrehabilitation in Bad Münden, Referent auf unterschiedlichen Kongressen, Publikationen (z.T. wissenschaftlich) in verschiedenen Fachzeitschriften aus dem Bereich der Ergo- und Physiotherapie sowie Autor bzw. Mitautor von diversen wissenschaftlichen handchirurgischen bzw. handspezifischen Büchern.

Weitere Infos: www.afh-webshop.de;
www.handakademie.de

Danksagung

Ein herzliches Dankeschön für die tatkräftige Unterstützung dieses Fachartikels möchten wir an Dr. RANFT, Lubinus Clinicum, Fachabteilung Hand- und Mikrochirurgie, Steenbeker Weg 25, 24106 Kiel sowie an Dr. HANKISS und Dr. BASAGIC, Klinik für Plastische, Ästhetische und Handchirurgie, Klinikum Lippe GmbH, Rintelner Straße 85, 32657 Lemgo, richten. Nur durch die Bereitstellung verschiedener Röntgen- bzw. OP-Bilder konnte dieser Beitrag das von uns gesetzte Niveau erreichen.

Die **Literaturliste** steht auf der Homepage des Verlages zum Download unter www.verlag-modernes-lernen.de/literatur bereit.

Für die Autoren:

Rainer Zumhasch
Fortbildungsinstitut der Akademie für Handrehabilitation GmbH & Co.KG
Süntelstr. 70
31848 Bad Münden

Summary

Keywords: • CRPS (COMPLEX REGIONAL PAIN SYNDROM) • NEGLECTION • IMAGINARY TRAINING • ZIM TRAINING-SYSTEM KVT • DISTAL RADIUS FRACTURE • ARTHROSIS OF THE HAND • RHIZARTHROSIS • HEBERDEN- AND BOUCHARD-ARTHROSIS • DRUG • STT-ARTHROSIS • FLEXOR TENDON RUPTURE • KLEINERT-THERAPIE

The complex grasping organ „hand“ with its 19 grasping functions made the human to the highest developed creature in the evolution. This multifarious functions are reflected in an extremely complicated but also vulnerable organ. Traumatizations of handstructures not only induce local tissue damages, but also disorders in the area of the central nervous system. The problem of pain, that is consistent with the trauma, leads through innate reflexes to the inhibition of perception and to the disuse of the affected extremity. Consequently the injured hand will be temporary excluded from daily life for protection of wound healing, that means excluded in the sense of a local neglection. Already a short-term immobilisation can cause serious disorders of joint mobility and the whole muscle function (e.g. CRPS), their implication not only is determined by local wound healing disorders, but also through central mechanisms. Imaginary Training under the integration of the ZIM Trainings-System KVT helps to counteract the neglection in the early mobilisation and to preserve the joint and muscle function. This can result in shorter times of rehabilitation or faster reintegration into daily life.