

Aspekte der gerätegestützten Rehabilitation nach Schulteroperationen

Thomas M¹, Lischka C¹, Busse M²

Orthopädische Klinik und Poliklinik, Universität Leipzig¹ (Direktor: Prof. Dr. G. von Salis-Soglio)
 Institut für Sportmedizin/Sportmedizinische Ambulanz und Rehabilitationszentrum, Universität Leipzig²
 (Direktor: Prof. Dr. M.W. Busse)

Gerätegestützte Therapieformen sind ein wesentlicher Bestandteil vor allem auch der ambulanten Rehabilitation von Schultererkrankungen. Die besondere Bedeutung liegt dabei nicht nur in der Funktion eines zu Physiotherapie und Krankengymnastik komplementären Therapiemittels, sondern auch in der grundsätzlichen Möglichkeit einer kontinuierlichen, rehabilitationsbegleitenden objektiven Effizienzkontrolle. Dies erklärt sich dadurch, daß aktive Beweglichkeit und Kraft in allen Gelenkpositionen meßbare Resultierende aller am Rehabilitationsprozeß beteiligten Maßnahmen sind. Im Folgenden werden Vor- und Nachteile typischer trainingstherapeutischer Komponenten in Hinsicht auf Überlastungsrisiken und Quantifizierbarkeit dargestellt. Wesentliche Schwerpunkte der Schulterrehabilitation finden sich in Tabelle 1.

- gezielte Schmerzreduzierung
- Erarbeiten der passiv und aktiv freien Beweglichkeit
- Muskelkräftigung und Muskelbalance
- Wiedereingliederung in das Berufsleben, Wiederherstellung der Sportfähigkeit

Tabelle 1 Schwerpunkte der Schulterrehabilitation

Grundlegende therapeutische Hilfsmittel in der Schulterrehabilitation sind in Tabelle 2 benannt.

- Lagerungsmittel (Sandsäcke, Würfel, Rollen)
- CPM-Schulterschiene
- Pezziball
- Spiegel
- Therapiestange
- Help-Arm-Gerät (Flaschenzugset)
- Schlingentisch
- *Seilzugsystem, elastische Therapiebänder, isokinetisches Seilzugsystem*

Tabelle 2 Therapeutische Hilfsmittel in der Schulterrehabilitation

Seilzugsysteme

Seilzugsysteme sind durch gleichbleibende Kraft über den gesamten Bewegungsbereich charakterisiert. Theoretisch sind resultierende Kraft und Leistung über das aufgelegte Gewicht sowie Bewegungsumfang und -frequenz leicht bestimmbar. Entsprechende eigene Messungen zeigen aber, daß insbesondere bei Bewegungsbeginn (Übergang von Haft- zu Gleitreibung) die effektive Kraft erheblich über den eingestellten Werten liegen kann (Abb. 1).

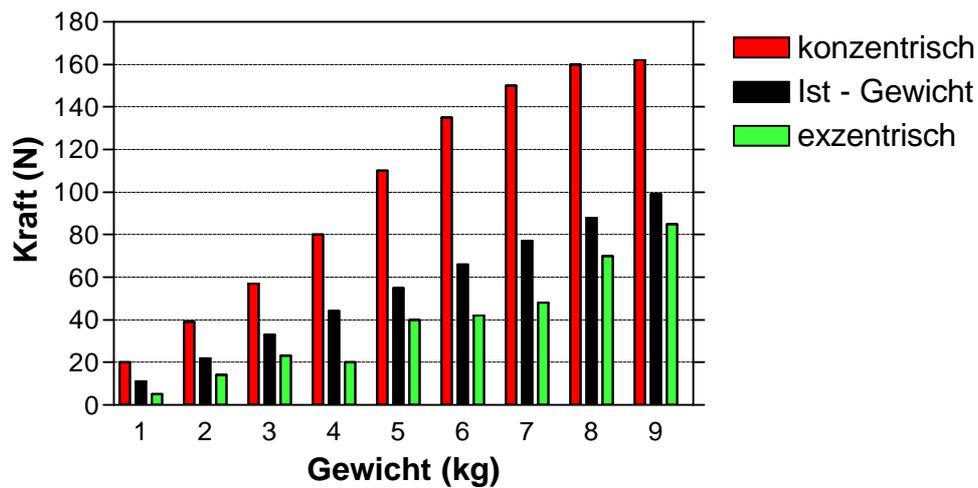


Abbildung 1 Gewicht-Kraft-Verhältnis am Seilzug-Gerät (Haftreibung bei Bewegungsbeginn). Bei Belastungsbeginn kommt es aufgrund der Haftung zwischen Gewichten und Führungsstange sowie zwischen Seilrollen und Rollenachsen zu Kräften, die das aufgelegte Gewicht um bis zu 100% (!) überschreiten können. Diese Geräte beinhalten ohne tägliche Überprüfung der Effektivkräfte mit Kraftmeßgeräten und ständige Wartung (Reinigung, Ölen) eine massive Gefahr für das Operationsergebnis.

Auch während der Bewegung können Reibungswiderstände zu kritischen Differenzen zwischen aufgelegtem Gewicht und realer Kraft führen (Abb.2).

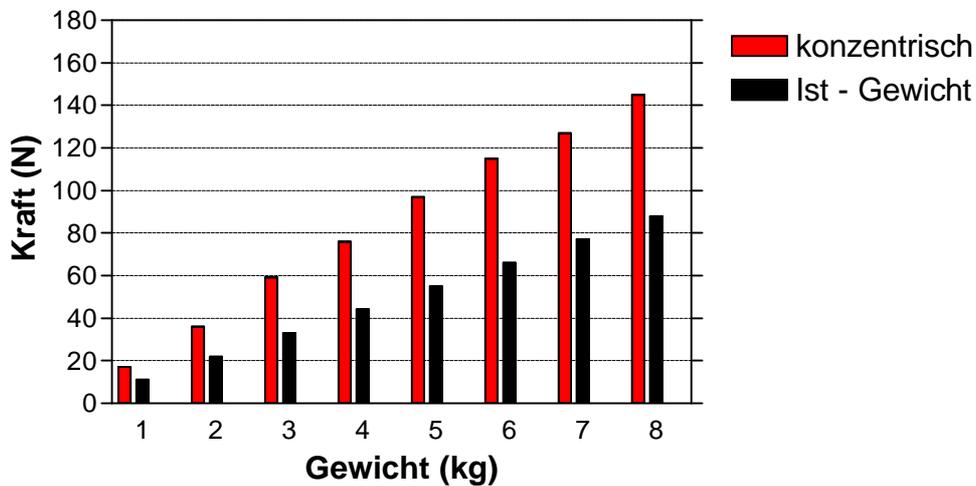


Abbildung 2 Gewicht-Kraft-Verhältnis am Seilzug-Gerät nach Reinigung und Einölung der Roll- und Gleitachsen. (Reibungskräfte während der Bewegung). Trotz optimierter Wartung kommt es zu Effektivkräften, die das aufgelegte Gewicht um Werte zwischen ca. 50-80% überschreiten können. Auch regelmäßige Wartung ersetzt demnach keinesfalls die tägliche Überprüfung der Effektivkräfte mit geeichten Kraftmeßgeräten.

Im fortgeschrittenen Rehabilitationsprozeß bei Leistungssportlern muß beim sportartspezifischen Training ferner beachtet werden, daß bei höherer Beschleunigung ($> 6m/s^2$) Belastungsspitzen auftreten können (Abb. 3).

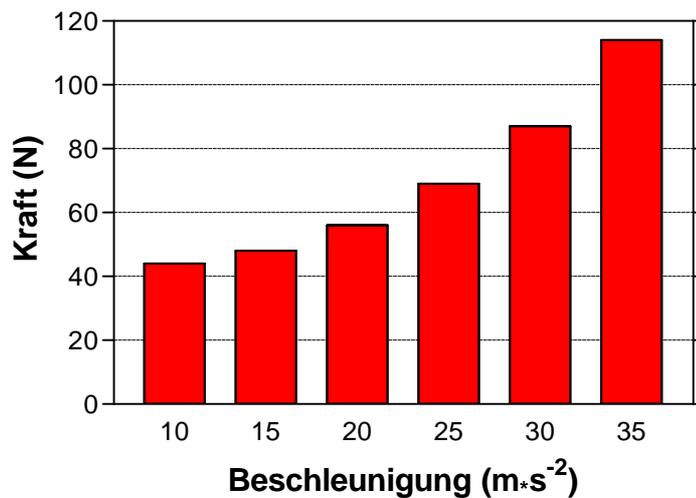


Abbildung 3 Beschleunigung-Kraft-Relation am Seilzug-Gerät (aufgelegtes Gewicht 3 kg). Während im üblichen postoperativen Rehabilitationsprozeß aufgrund der langsamen Bewegungen die Beschleunigung keine relevante Rolle spielt, können beim rehabilitativen sportartspezifischen Training die oben dargestellten Werte leicht auftreten. Hierbei muß mit Effektivkräften gerechnet werden, die ein mehrfaches des aufgelegten Gewichts betragen.

Zu fordern ist für Seilzugeräte daher zumindest eine Eichung für alle verfügbaren Gewichte (dies ist mit jeder einfachen Meßanordnung mit Kraft-Meßverstärker möglich, z.B. „Digimax“, Mechatronik, Hamm; für Seilzugapparate wünschenswerte dynamische Messungen mit gleichzeitiger Wegbestimmung sind mit diesem System leider schwer fehlerbehaftet).

Therapiebänder

Therapiebänder sind durch zunehmende Kraft über den gesamten Bewegungsbereich mit Maximum im Endpunkt charakterisiert. Für die Schulterrehabilitation kann dies in vielen Fällen nachteilig sein. Bei verschiedenen postoperativen Zuständen ist die zulässige Maximalkraft insbesondere bei Außenrotation, Abduktion und Anteversion (soweit diese Bewegungen aktiv überhaupt erlaubt sind) in der jeweiligen Endstellung am niedrigsten. Abduktions- und Außenrotationsbewegungen mit größerem Bewegungsumfang sollten vermieden werden; dies gilt besonders für „Bewegungsdiagonalen“, die in der Regel in deutlicher Adduktion und Innenrotation beginnen und in maximaler Außenrotation und Abduktion enden. Hier wäre durch Therapiebänder bei therapeutisch unbedeutender Anfangskraft eine u.U. deutliche Überlastung am Bewegungsende zu erwarten.

Für Therapiebänder bedeutet dies, daß am Bewegungsbeginn nur sehr niedrige, möglicherweise therapeutisch uneffektive Kräfte möglich sind, da sich die Kraftentwicklung an der für die Gelenkendstellung zulässigen Maximalkraft orientieren muß. Für einen effektiven und zugleich risikofreien Einsatz von Therapiebändern ist daher die genaue Kenntnis der jeweiligen Bandcharakteristika unentbehrlich [1].

Eine exakte Kraftangabe ohne die Notwendigkeit einer vorherigen Kraftmessung ermöglichen die an anderer Stelle beschriebenen Isokraftkurven für Therapiebänder (Abb. 4) [1].

Beschleunigungskomponenten spielen bei Therapiebändern naturgemäß keine Rolle.

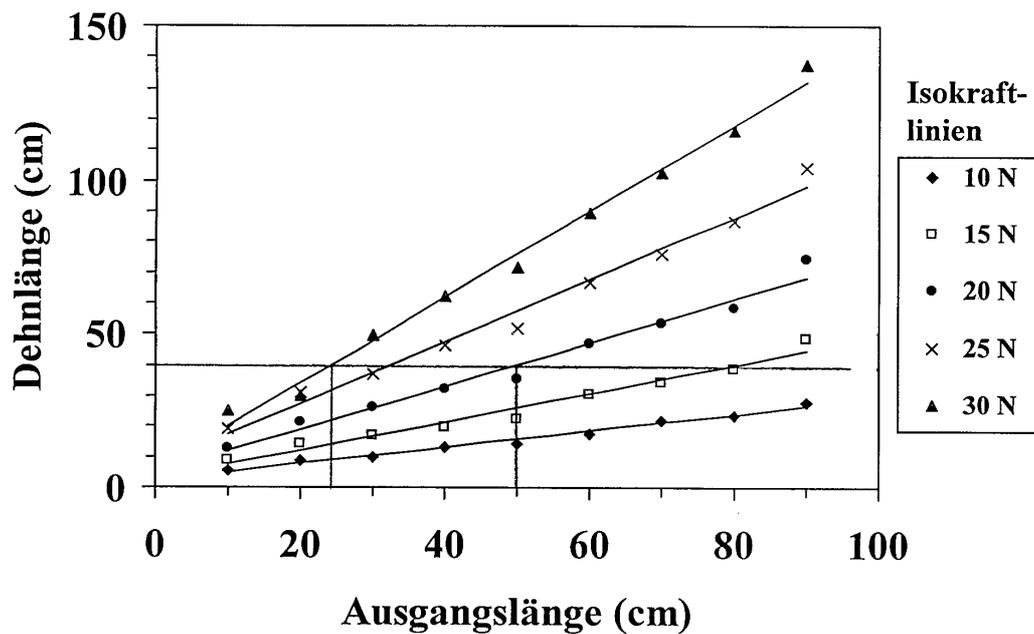


Abbildung 4 Isokraftkurven des grünen Therapiebandes („Theraband®). Um z.B. eine angeordnete Maximalkraft von 30 N bei einem maximalen Bewegungsausmaß von ca. 40 cm einzuhalten, muß in der Grafik lediglich der für diese Vorgaben gültigen x-Werte (hier ca. 25 cm) abgelesen werden. Für eine Maximalkraft von z.B. 20 N bei einem Bewegungsumfang von ca. 40 cm ist eine Ausgangslänge von 50 cm erforderlich.

Isokinetische Seilzugsysteme

Isokinetische Seilzugsysteme sind durch konstante Bewegungsgeschwindigkeit bei ständig variabler Kraft charakterisiert. Den spezifischen Bedürfnissen der operierten Schulter kommen diese Geräte (z.B. „Moflex“, Bernina, Steckborn/Schweiz) daher am stärksten entgegen und sollten bei keiner Schulterrehabilitation fehlen [2]. Ein besonderer Vorteil gegenüber rotatorischen Isokinetiksystemen besteht in der freien Gelenkbewegung in allen Achsen, da dies zum einen der Charakteristik des Schultergelenks entgegenkommt und bei guter therapeutischer Führung hieraus zugleich eine Reflexschulung resultiert. Insgesamt ermöglichen Isokinetiksysteme optimal angepaßte Belastungsintensitäten in allen Gelenkstellungen. Zusätzlich erfolgt eine automatische Datenerfassung als Voraussetzung für die Anpassung an die täglichen Veränderungen im Heilungsverlauf [2]. Die Bedeutung der kontinuierlichen therapeutischen Betreuung auch am isokinetischen Seilzuggerät ist in Abb. 5 dargestellt. Insgesamt wird hier im Verlauf von 20 Tagen eine Verbesserung der Adduktion um ca. 400% erreicht. Die Belastungsgrenze wird täglich neu jeweils auf der Basis des gesamten bisherigen Kurvenverlaufs mit Limitierung durch den aktuellen Schmerzbefund festgelegt [2]. Hieraus ergibt sich zugleich auch, daß isokinetische Systeme ohne Bildschirm-feed-back durch den Patienten nicht eingesetzt werden sollten, da hier u.U. eine erhebliche Überlastung resultieren kann [2]. Nachteile des Verfahrens sind Personalaufwand und Gerätekosten, die allerdings durch die hohe Effektivität gerechtfertigt erscheinen.

Schmerzquantifizierung

Schmerzskaletn mit täglicher Erhebung eines Schmerzscore sind unverzichtbares Mittel zur Überwachung des Rehabilitationsverlaufs. Die Nutzung der im Constant-Score vorgesehenen visuellen Analogskala empfiehlt sich aufgrund ihrer einfachen Handhabung und der allgemeinen Verbreitung [3] (Abb. 5).

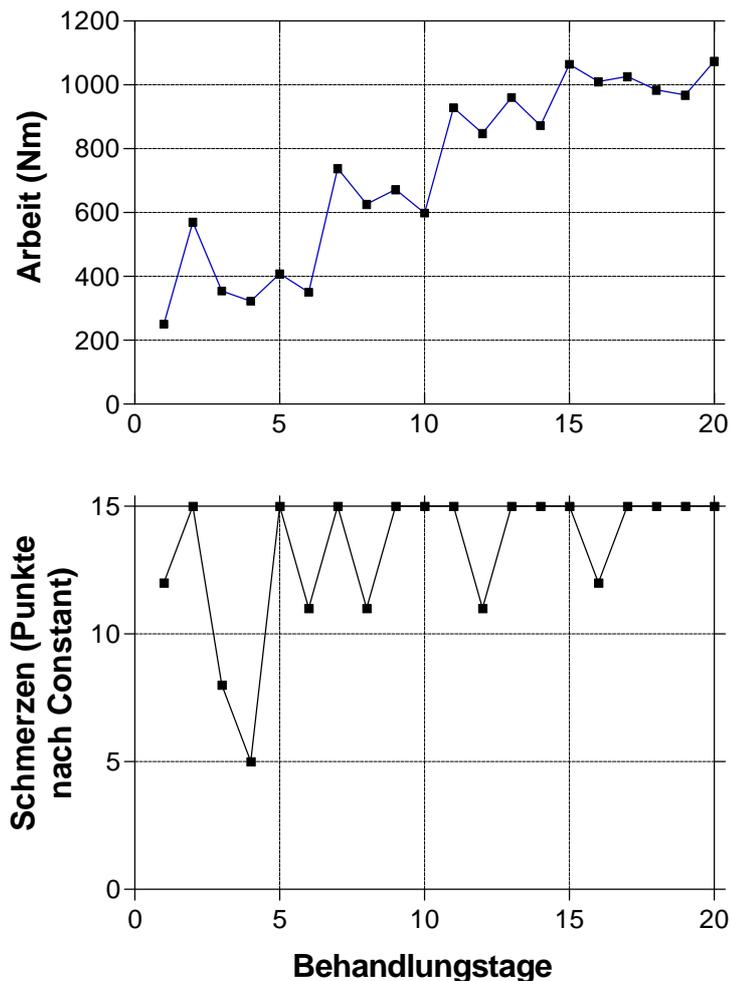


Abbildung 5 Isokinetische Arbeit (konzentrisch+exzentrisch) im Verlauf der Behandlung am Beispiel der Adduktion (Seilzug-Isokinetikgerät „Moflex[®]“, Recotec/Bernina, Steckborn/Schweiz) eines Patienten nach Schulteroperation. Der Patient nutzte unbeobachtete Momente zur willkürlichen Überschreitung der vorgegebenen Belastungsgrenzen bis zum automatischen Sicherheitsabbruch der durch den Therapeuten eingestellten Kraftobergrenze. Die Grafik zeigt folgendes:

- Die automatische Datenerfassung des Geräts ermöglicht die tägliche quantitative Registrierung von Kraft und Arbeit; ergänzend zur Schmerzquantifizierung erlaubt dies eine Beurteilung der gesamtrehabilitativen Maßnahmen.
- Die eigenmächtige Überschreitung des vom Therapeuten vorgegebenen Kraftbereichs führte schmerzbedingt zu einem Einbruch der Belastbarkeit an 4 Folgetagen.
- Die tägliche Erfassung der Kraft-, Arbeits- und Schmerzwerte ermöglicht demnach die zeitnahe Erkennung fehlender Therapiefortschritte und damit frühestmögliche Korrektur- und Interventionsmöglichkeit.

Zusammenfassung

- Eine quantifizierende Beurteilung des Behandlungsverlaufes ist möglich durch:
 - den Einsatz von Seilzugsystemen in Kombination mit Kraftmeßeinheiten oder nach einmaliger Eichung
 - den Einsatz von Therapiebändern unter Festlegung der Belastung anhand von Isokraftkurven [1]
 - in optimaler Form durch den Einsatz von isokinetischen Seilzugsystemen [2]
- Probleme bzw. Vorteile der einzelnen Systeme:
 - *Seilzugsysteme* bieten gleichbleibende Kräfte über den gesamten Bewegungsumfang; definierbare Kräfte erfordern aufgrund der gerätebedingten, sehr unterschiedlichen Reibung allerdings eine vorherige Eichung
 - *Therapiebänder* bieten auf der Basis von Isokraftkurven eine einfache und zugleich präzise Kräftefestlegung; sie sind damit die einzige Trainingsform, die durch den Patienten auch eigenaktiv durchgeführt werden kann; durch ihre spezifische Charakteristik (Maximalkraft am Bewegungsende) sind sie gerade in der Schulterrehabilitation bei Außenrotation, Abduktion und Anteversion allerdings am wenigsten gut geeignet; eine kontinuierliche Evaluation des Rehabilitationsergebnisses ist bei Nutzung von Isokraftkurven gleichwohl gut möglich

- *Isokinetische Seilzugsysteme* bieten durch die individuelle Anpassung der Kraft in allen Gelenkstellungen bei gleichbleibender Geschwindigkeit optimale Therapievoraussetzungen; die Nutzung mit feed-back-Monitor ist zur Vermeidung von Überlastungen zwingend erforderlich; im Verhältnis zu den o.g. Methoden erfolgt eine ständige, systembedingte Quantifizierung und Adaptation der Belastungsgrenze
- Bedeutung der Schmerzquantifizierung in der Rehabilitation
 - Die quantifizierende Schmerzerfassung stellt zu jedem Zeitpunkt der Rehabilitation ein unverzichtbares Kriterium zur Beurteilung des Rehabilitationsverlaufes dar
 - Im späteren Rehabilitationsverlauf zeigt ein persistierender oder zunehmender Schmerz ein Überschreiten der oberen Belastungstoleranz an

Für die Praxis

Geeignete Rehabilitationseinrichtungen: Vor der Überweisung des Patienten in eine Rehabilitationseinrichtung sollte der indikationsspezifische Leistungsumfang incl. der gerätespezifischen Ausstattung der Einrichtung ermittelt werden. In der Rehabilitation nach schulterchirurgischen Eingriffen haben „ganzheitliche“ Konzepte wie Diätkurse, Entspannungssitzungen und psychologische Gruppentherapien keine Indikation.

Ergebnisquantifizierung: Nach Rehabilitationsabschluß sollte der zuständige Arzt am Wohnort durch eine prägnante und quantifizierende Darstellung des Rehabilitationsverlaufs und –ergebnisses informiert werden. Ggf. erforderliche weitere Behandlungsmaßnahmen sollten benannt werden.

Unentbehrliche Komponenten der Verlaufsquantifizierung sind:

- Grafische Darstellung der Kraftentwicklung der folgenden Bewegungen: Anteversion, Abduktion, Innen- und Außenrotation entweder am Seilzugisokinetikgerät oder am entsprechend abstufbaren Sequenztrainingsgerät (Seilzugsystem)
- Grafische Darstellung der Schmerzentwicklung bei allen genannten Bewegungen sowie im Alltagsbereich

Unentbehrliche Komponenten der Beurteilung des Rehabilitationsergebnisses sind:

- Quantifizierender klinischer Befund nach Neutral-0-Methode
- Semi-quantitative bzw. qualitative Darstellung des klinischen Befundes
- Angabe der Kraft- und Arbeitswerte zu Rehabilitationsbeginn und –abschluß aller o.g. Bewegungen im Schultergelenk
- Erhebung subjektiver Parameter (SF36 und spezifische Fragebögen)
- Bewertung der Schulterfunktion anhand eines allgemein akzeptierten Schulter-scores (Constant-Score, Neer-Score, reziproker Dash-Score)

Literatur

Literatur beim Verfasser

Korrespondenzadresse: Dr. med. M. Thomas
Orthopädische Klinik und Poliklinik der Universität Leipzig

Semmelweisstraße 10, D-04103 Leipzig
e-mail: <http://www.drntho@aol.com>; Fax: -49341-9723109; Tel.: -49341-9723103