

Wirkung von Therapeutischem Klettern bei Personen mit Multipler Sklerose – Hinweise oder Nachweise?

Neurol Rehabil 2013; 19 (4): 247–256
© Hippocampus Verlag 2013

C. Kern, J. Elmenhorst, R. Oberhoffer

Zusammenfassung

Die Krankheit MS betrifft überwiegend junge, noch arbeitsfähige Personen. Klettern ist relativ neu in der Therapie und besitzt eine hohe intrinsische Motivation. Nach Turner et al. (2009) ist körperliche Aktivität ein entscheidender Faktor zur Verbesserung von Lebensqualität und psychosozialen Wohlbefinden bei Personen mit MS.

Ziel im Therapeutischen Klettern ist es, die ganzheitliche Wirkungsweise auf den Körper und die Psyche zu nutzen, um den Patienten individuell zu adressieren und eine hohe Motivation zur Bewegung zu implementieren. Das Klettern als Therapieform hat sich in den vergangenen Jahren deutlich weiterentwickelt. Zu den vielen Erfahrungsberichten aus der Therapie kommen jedoch nur wenige heterogene Studien im Therapeutischen Klettern. Welche Wirkung kann das Therapeutische Klettern bei Personen mit MS erzielen?

Therapeutisches Klettern kann Wahrnehmung, Kraft, Beweglichkeit und Ausdauer schulen, aber auch Selbstwert, Mut und Vertrauen verbessern. Ein erfahrener Therapeut kann, abgestimmt auf die individuellen Bedürfnisse und Symptome des Einzelnen, ganzheitlich im Therapeutischen Klettern arbeiten. Velikonja et al. (2010) publizierten erstmals positive Effekte wie eine Reduktion der Fatigue um 32,5% durch Klettern auf die Erkrankung Multiple Sklerose. In einer eigenen kontrolliert-randomisierten Studie wurde der Einfluss von Therapeutischem Klettern auf motorische und psychosoziale Parameter von 27 Personen mit MS untersucht. Die Intervention von zwei Stunden einmal pro Woche dauerte sechs Monate. Ein Follow-up nach drei Jahren wird gerade durchgeführt. Erste signifikante Ergebnisse zeigen sich in der Klettergruppe für den Bereich der Fatigue. Das Klettern scheint für Personen mit MS eine geeignete Therapieform darzustellen und den Einzelnen zu mehr körperlicher Aktivität und Selbstständigkeit zu motivieren. Der aktuelle Mangel an wissenschaftlichen Studien zu Wirkung und Hintergründen des Therapeutischen Kletterns eröffnet zukünftig ein breites Forschungsfeld mit direktem Anwendungsbezug in der Therapie.

Schlüsselwörter: Therapeutisches Klettern, Multiple Sklerose, Evidenz, Wirkung

*Lehrstuhl Präventive Pädiatrie,
Fakultät für Sport- und
Gesundheitswissenschaft, Technische
Universität München*

Einleitung

Die noch junge Therapieform Klettern gewinnt immer mehr an Bedeutung. Das zeigt sich nicht nur in der stark wachsenden Nachfrage der eigentlichen Therapie, sondern auch in der Entwicklung von Forschungsvorhaben und Ausbildungsangeboten [12, 47]. Aber was steckt wirklich dahinter? Jeder Kletterer weiß, wie anstrengend und motivierend zugleich diese Sportart sein kann. Lässt sich das in die Therapie übertragen? Das Therapeutische Klettern entwickelte sich in den 80er-Jahren aus dem klassischen Sportklettern heraus [26, 36]. Klettererfahrene Therapeuten haben sich die funktionellen Wirkungen und psychologischen Aspekte des Kletterns zu Nutze gemacht. Es entstanden erste Konzepte und Therapieansätze in der orthopädischen Rehabilitation und der Arbeit mit Kindern und psychisch Kranken [27, 29, 32, 37, 39, 52]. 1999 publizierten Heitkamp et al. die erste wissenschaftliche Studie zum Therapeutischen

Klettern, in der die Effektivität einer Kletterintervention mit der eines progressiven Krafttrainings verglichen wurde. Erst 2005 wurden dann die nächsten Ergebnisse zum Therapeutischen Klettern veröffentlicht. Auch die Süddeutsche Zeitung titelte 2007: »Heilende Wände – Klettern wird immer häufiger als Therapie eingesetzt« [15]. Viele Erfahrungsberichte und allgemeine Artikel sowie einige wissenschaftliche Arbeiten berichten über die positiven Wirkungen des Therapeutischen Kletterns [4, 12, 17, 26, 27, 37]. Doch wie sehen die Möglichkeiten aus, das Therapeutische Klettern sinnvoll in der neurologischen Rehabilitation einzusetzen?

Therapeutisches Klettern: Begriffsbestimmung und Bewegungsablauf

Der Begriff Therapeutisches Klettern (TK) wird vielfältig verwendet und ist nicht klar definiert. Wallner [52] setzt TK mit »psychologischem Klettern« gleich, wohingegen

Effect of sport climbing on patients with multiple sclerosis – hints or evidence?

C. Kern, J. Elmenhorst, R. Oberhoffer

Abstract

Multiple sclerosis mainly affects young adults, which would be still able to work. Sport climbing as a relatively new form of therapy for neurological patients has a highly intrinsic motivation. Following Turner et al. (2009) a key-point to enhance psycho-social constitution and quality of life in patients with MS is the facilitation of physical activity.

The aim of therapeutic climbing is to use the different effects on motor function and psychological components, to target various symptoms of patients with MS individually and to motivate them for an active lifestyle. Climbing in a therapeutic context is developing fast. Many field reports and case studies exist for therapeutic use. But there are only a few, heterogeneous studies. The aim is to demonstrate if sports climbing has a beneficial effect in the treatment of patients with MS.

Climbing allows training body perception, strength, flexibility and endurance as well as self-esteem, courage and confidence. Within the climbing sessions an experienced therapist is able to work holistically and can adapt to the individual needs and symptoms of the patient.

Velikonja et al. (2010) was first to show evidence to reduce fatigue about 32,5% through a climbing-intervention in patients with MS. Our own randomized, controlled study assessed the impact of sport climbing on motor function and psycho-social factors in multiple sclerosis. We included 27 patients. The intervention of two hours a week lasts 6 month. First significant results in the climbing group encourage the findings on fatigue.

Climbing seems to be an appropriate therapeutic medium to work on individual handicaps and motivate for more independence and activity in daily living, especially for patients with MS. The current absence of studies on evidence and setting in therapeutic climbing allows a wide area of research in the future in a therapeutic context.

Key words: sport climbing, multiple sclerosis, evidence, effect

Neurol Rehabil 2013; 19 (4): 247 – 256

© Hippocampus Verlag 2013

oder mit Seilsicherung, ob in der Halle oder in der Natur, viele unterschiedliche Ansatzpunkte existieren, die sich aus dem Bereich des Kletterns in die Therapie übertragen lassen. Überwiegend genutzt werden: Bouldern, Top-rop-Klettern, seltener auch Vorstiegs-Klettern, Einzel- und Gruppentherapie; dabei findet das Setting meist in der Halle statt. Das Ziel beim Bouldern besteht aus der Lösung von isolierten Kletterproblemen, während das Ziel beim Sportklettern mit Seilsicherung (Top-rop oder Vorstieg) die Bewältigung einer längeren Route ist [47, 54]. Die Slackline kann zur Gleichgewichtsschulung, dem Training der Achsenstabilität und Rumpfarbeit oder als Ergänzung in der Klettertherapie eingesetzt werden (Tab. 1). Die verschiedenen Bereiche des Sportkletterns erlauben es, die Vorteile des Kletterns individuell in der Therapie zu nutzen und auf diese Weise zielgerichtet an einem speziellen Problem oder Symptombereich des Patienten zu arbeiten.

Der Paradigmenwechsel hin zum Sport hat sich in den Empfehlungen bei Personen mit MS erst in den letzten Jahrzehnten verstärkt vollzogen [31, 46]. Die Angst einer Krankheitsprogression durch Sport ist unberechtigt und das Wissen über die positiven Wirkungen des Sports nimmt zu [46]. Evidenzen finden sich vor allem bei Kraft- und Ausdauerschwächen und Einschränkungen der Mobilität [7, 14, 30]. Viele attraktive Sportarten, wie z. B. das Klettern, erscheinen auf den ersten Blick jedoch ungeeignet für Personen mit MS. Dem ist nicht so. Abbildung 1 zeigt die Zuordnung einiger Wirkprinzipien aus dem Klettern zu den Symptomen der Erkrankung MS. Speziell das Top-rop-Klettern eignet sich für Personen mit MS besonders gut [19]. Die Seilsicherung kann körperlich schwerer betroffenen oder ängstlichen Patienten die Unsicherheit nehmen und ihnen bei der Bewältigung der Kletterroute helfen. Gerade an Schlüsselstellen bietet das Seil eine optimale Unterstützung und ermöglicht es dem Patienten, jederzeit eine Trainingspause einzulegen. Top-rop kann in drei Stufen gesichert werden: 1 = klassische Top-rop-Sicherung mit »lockerem« Seil, 2 = straffe Sicherung mit wenig Zug, 3 = straffe Sicherung mit viel Zug [20]. Die Sicherungsstufe kann innerhalb einer Route wechseln, und der Therapeut passt die jeweilige Sicherungsstufe an die Zielsetzung und den körperlichen Zustand des Patienten an. Der Einsatz eines Vollautomaten als Sicherungsgerät erlaubt es, dass der Therapeut beide Hände zur kurzzeitigen Unterstützung frei machen kann. Auch das Beenden der Bewegung in jeder Situation ist möglich und der Patient muss keine zusätzliche Energie für den Rückweg einplanen – gerade für Menschen mit MS ein großer Vorteil. Beim TK existieren nur wenige Kontraindikationen wie z. B. akute Entzündungen, schwere Herzleiden, nicht abgeklärte Erkrankungen, fortgeschrittene Osteoporose, schwere Adipositas und akute Tumorerkrankungen – aus therapeutischer Sicht die sogenannten »red flags«. Eine medizinische Begleitung wird dann notwendig, wenn die Erkrankung ein schnelles Handeln erfordert, wie z. B. bei herzkranken Personen [20].

Lazik [26] recht allgemein bleibt und in seinem Buch speziell der neurologischen Rehabilitation und medizinischen Trainingstherapie eigene Kapitel widmet. Ob Gruppen oder Einzeltherapie, ob ohne Seilsicherung

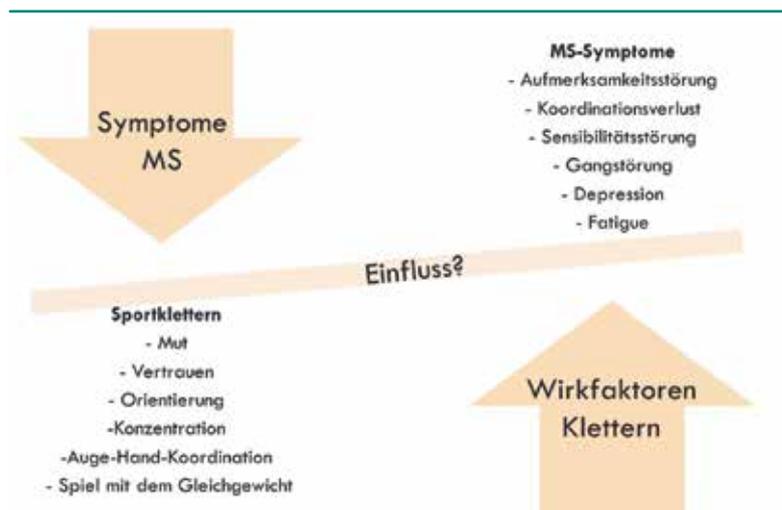


Abb. 1: Beispiele von Symptomen der Multiplen Sklerose und Wirkungsbeziehung im Klettern

Fachbegriff Klettern	Beschreibung	Therapie	Setting
Bouldern (engl. boulder = freistehende Felsblöcke)	bezeichnet das Klettern ohne Seil in Absprunghöhe, meist an Felsblöcken oder Quergängen	gut geeignet, kostengünstig, wird häufig in der orthopädischen und neurologischen Therapie oder ergänzend in anderen Bereichen verwendet	kleine, raumhohe, evtl. neigbare Wand oder Boulder® 2008; Rehabilitationszentrum, Praxis, Klinik, Kletterhalle, privat
Top-rope-Klettern	Klettern mit Seilsicherung von oben, Nachsteigen in einer Kletterroute	gut geeignet, aufwendiger, da hohe Wand und Material benötigt werden, Verwendung überwiegend in neurologischer Therapie, mit Kindern und im psychosozialen Bereich	höhere Kletterwand (mind. 8 Meter); Rehabilitationszentren, Kletterhallen, Natur
Vorstiegsklettern	Klettern mit Seilsicherung und während dem Klettern gelegten Zwischensicherungen, Vorsteigen in einer Kletterroute	sehr spezifisch und eher seltene Verwendung in der Therapie, aufwendiger, da hohe Wand und Material benötigt werden, Verwendung überwiegend im psychosozialen Bereich	höhere Kletterwand (mind. 8 Meter); Rehabilitationszentren, Kletterhallen, Natur
Slackline	Balancieren in unterschiedlichen Höhen auf einer Art breiterem Spannseil	gut geeignet, kostengünstig, wird häufig in der orthopädischen Therapie oder ergänzend in anderen Bereichen verwendet	freistehendes Slackrack oder mobiles Set, bei dem Säulen (Bsp. Bäume) als Anker benötigt werden, Rehabilitationszentrum, Praxis, Klinik, Kletterhalle, Turnhalle, Natur

Tab. 1: Übersicht über einige therapeutisch genutzten Formen aus dem Sportklettern

Das Klettern ist eine azyklische Fortbewegung im Gelände unter Zuhilfenahme der Arme und Beine. Um den Erhalt des Gleichgewichts sicher zu stellen, kann der Körper durch Stützen, Ziehen, Greifen oder Stemmen fortbewegt werden [23, 54]. Für einen ökonomischen Kräfteinsatz müssen die Grundprinzipien einer freien Mobilität und optimalen Stabilität im Körper erfüllt sein. Durch die Gewährleistung von günstigen Griff- und Trittvarianten, einem diagonalen Bewegungsmuster und der optimalen Lage des Körperschwerpunkts (KSP) entsteht eine flüssige und dynamische Kletterbewegung [23, 26, 54]. Biomechanisch betrachtet kann die Kletterbewegung in drei Hauptphasen der Bewegung eingeteilt werden. Die Ausgangsposition ist stets eine stabile Gleichgewichtsposition, bei der beide Füße und Hände Kontakt mit der Wand haben; das Körpergewicht ruht gleichmäßig auf beiden Füßen; die Arme fixieren die Position des Körpers; der KSP befindet sich mittig über der Standfläche.

Die Kletterbewegung in einzelnen Phasen [23, 26, 54]

- Phase 1, Vorbereitungsphase: Es kommt zu der Verlagerung des KSP und zu einem Tritt- und Griffwechsel: das Gleichgewicht wird auf eine Seite verlagert; mit dem unbelasteten Fuß wird ein neuer Tritt gewählt und es werden günstige Griffe für die geplante Bewegungsausführung ausgesucht.
- Phase 2, Hauptphase Zug: Dann kommt es zu einem Höhersteigen und Erreichen der neuen Position: der KSP wird über die neue Trittfläche verlagert (die Hüfte schiebt sich an die Wand) und dann nach oben gebracht (Steigen).
- Phase 3, Stabilisierungsphase: Anschließend wird erneut eine kontrollierte KSP-Lage hergestellt und das Körpergewicht wieder auf beide Beine verteilt. Der Bewegungsablauf kann von neuem beginnen.

In der Therapie können diese Phasen patienten- und symptomorientiert auch einzeln erarbeitet werden. Phase 1 (KSP-Verschiebung) lässt sich z. B. verstärkt zur Gleichgewichtsschulung und Phase 2 (Steigen) für eine aktive Beinarbeit (Kraft und Kontrolle) in der neurologischen Rehabilitation nutzen.

Idealtypischerweise gibt es beim Klettern keine klar vorgegebene Gesamtbewegung. Die unzähligen Variationen der Einzelbewegungen aus den verschiedenen Technikelementen Greifen und Treten werden zu einer fließenden Gesamtbewegung verbunden. In der Grundtechnik, bei der Becken- und Hüftsteuerung für eine stabile Gleichgewichtsposition sorgen, wird der KSP im Lot ausgerichtet und über dem belasteten Fuß gehalten [26, 54]. Eine gute Körperwahrnehmung und die gezielte Ansteuerung isolierter Körperpartien sind Voraussetzungen einer ökonomischen Technik. Mit speziell entwickelten Übungen können im motorischen Bereich Gleichgewicht, Kraft, Koordination und Körperwahrnehmung geschult werden [20, 26, 37]. Dreidimensionale Bewegungen und die Aktivierung von Muskelschlingen gehören zu unseren alltäglichen Bewegungsanforderungen. Durch ganzheitliche Bewegungsaufgaben mit abwechselnd statischer und dynamischer Muskelarbeit können neue Bewegungsmuster angebahnt werden [36, 37]. Verschiedene Hilfsmittel können kreativ und individuell genutzt werden, wie z. B. ein Hundehalsband als Griff am Bein, um bei mangelnder Hüftbeugefunktion das Heben des Beines über die Hand zu ermöglichen. Für einige Patienten, die sonst im Rollstuhl sitzen und nur wenig körperliche Aktivität zeigen, kann die Ausdauerleistung, speziell für Teilkörperbewegungen, trainiert werden. Einzelne Bewegungselemente, aber auch komplexe Bewegungsmuster, lassen sich aus dem Sportklettern in die Klettertherapie übertragen [20].

Motl [31] zeigt in einer Metaanalyse, dass Personen mit MS weniger körperlich aktiv sind als Gesunde. Im

Alltag ist die Einteilung der eigenen Kraftreserven, gerade bei Personen mit MS, sehr wichtig und verhindert manche Aktivität. Dank Seilsicherung muss im TK kein Rückweg bedacht werden, sodass sich der Kletterer voll und ganz auf seine Bewegung konzentrieren kann. Eine Seilsicherung erlaubt z. B. auch die Fokussierung auf eine gezielte, exzentrische Aktivierung der Muskulatur bei der Übung »Abklettern«. Es scheint, dass körperliche Betätigung und Sport zur Verbesserung kognitiver Funktionen (Exekutivfunktionen, Verarbeitungsgeschwindigkeit und visuell-räumliche Fähigkeiten) und der Fatigue beitragen [1, 5, 48, 51]. Vorhandene Bewegungsmuster, neue Bewegungsaufgaben, die ständige Wiederholung, auch leichte Abwandlung neu gelernter Klettertechniken verstärken die neuronalen Verknüpfungen im Motorkortex. Erfahrung, Training und Therapie können wiederum die Neuroplastizität auf der Ebene der Synapsen und der kortikalen Repräsentation erhöhen [8, 48]. Bei mangelnder kognitiver Steuerung kann ein Brustgurt und »Rückholseil« Sicherheit geben und bei der Kontrolle helfen. Auf psychischer und emotionaler Ebene können Mut, Konzentrationsfähigkeit, Selbstvertrauen und Verantwortung gestärkt werden. Der Aspekt der Höhe beim TK unterstützt die Überwindung von Ängsten und stärkt das Selbstbewusstsein (»Trotz Rollstuhl schaffe ich es, die 13 Meter der Kletterroute zu bewältigen.« Zitat eines Studienteilnehmers). Die eigene Kletterleistung wird sich selbst zugeschrieben. Wenn eine Übersetzung in den Alltag erfolgt, können Zutrauen und Mut zu mehr Selbstständigkeit entstehen. Tabelle 2 zeigt exemplarisch die Übertragung einiger Zielbereiche von Personen mit MS zum Sportklettern.

Das komplexe Spiel mit dem Körper beim Klettern zeigt sich in einem ästhetischen Gesamtbild, lässt Raum und Offenheit für Individualität und ermöglicht den Einsatz bei verschiedensten Indikationen mit unterschiedlichen Einschränkungen. Aber auch vorhandene Fähigkeiten können im Sinne des ressourcenorientierten

Modells der Salutogenese (n. Antonovsky, 1979) verstärkt genutzt werden. Das klassische Setting einer Rehabilitationsmaßnahme, meist in der Klinik oder Praxis, kann in der Klettertherapie durch eine sportliche Umgebung, wie z. B. eine Kletterhalle oder das Klettern am Felsen in der Natur, ersetzt werden.

TK: Hinweise oder Nachweise

Therapeutisches Klettern wird immer mehr zu einem wichtigen Bestandteil der Bewegungstherapie. Grzybowski und Eils untersuchten 2010 erstmals die wissenschaftlichen Publikationen zum Therapeutischen Klettern. Erfasst wurden alle Artikel, die sich mit dem TK in Bereichen der orthopädisch-traumatologischen, neurologischen, psychomotorischen und chronischen Erkrankungen bzw. angeborenen Behinderungen befassten und bei denen die Therapien an künstlichen Kletterwänden oder am Naturfelsen stattfanden [12]. Wissenschaftliche Nachweise konnten ausschließlich im orthopädischen Bereich gezeigt werden. Von 28 gefundenen Studien, entsprachen nur drei Fachartikel [17, 18, 42] sowie sechs Abstracts den hier festgelegten Standards [12]. In den Studiendesigns der drei Fachartikel wurde das Klettern mit Seilsicherung als Maßnahme verwendet. Heitkamp et al. [17] verglichen als erstes die Effekte eines Kletterprogramms gegenüber einem progressiven dynamischen Krafttrainingsprogramm mit Erwachsenen. Beide Trainingsprogramme erzielten ähnlich große Effekte beim Kraftzuwachs und in der Mobilität, wobei die Klettergruppe zusätzlich eine verbesserte Muskelbalance zeigte. Die zweite Studie von Heitkamp et al. [18] untersuchte den präventiven Effekt auf den Kraftzuwachs der wirbelsäulenstabilisierenden Muskulatur einer Schülergruppe mittels eines Kletterprogramms gegenüber einer allgemein sportlichen Schülergruppe als Kontrollgruppe. Das Klettern erzeugte eine signifikante Verbesserung der Maximalkraft im Mittel um 9,9% in sieben von neun isometrischen Testverfah-



Abb. 2: Gleichgewichtsschulung beim Klettern durch eine kleine Unterstützungsfläche

Zielbereich	Bedingung an der Kletterwand	Aktivität Klettersituation
Gleichgewicht (Stabilitätsprobleme, Standunsicherheit)	Tritt-Art (kleine Unterstützungsfläche, s. Abb. 2), Griff-Tritt-Position (erzeugt zusätzliche Drehmomente), Griff-Tritt-Abstand (für Bewegungsamplitude, Reichweite & Hubarbeit), Wandneigung	Gewichtsverlagerung (beim Abweichen von Griff/Tritt aus der Lotlinie, Positionierung Körperschwerpunkt), Eindrehen des Körpers, Reibungsklettern
Kraft (Schwäche, neuronale Ansteuerung)	Griff/Tritt-Art, Anordnung Griff-Tritt-Abstand (s.o), gezielte Farbcodierung für die Schwierigkeit einer Route (Intensität), Überhang	Stärkung Beine (Steigen), Stärkung Arme (Ziehen, Stemmen, Stützen), Stärkung und Stabilisierung des Rumpfes (Diagonale Verspannung)
Beweglichkeit (Spastik)	Kanten, große Tritte zur Gewichtsübernahme, Top-rope-Sicherung	gezielte Positionierung der Extremität, Gewichtsverlagerung (Zeit), Dehnung (Strecken), Bewegung mit Körpergewicht
Konzentration (Aufmerksamkeitsstörung)	Gezielte Farbcodierung einer Route, Anordnung Griff-Tritt-Kombination, unbekannte Routen	Bewegungsplanung zu Beginn der Route, Länge/Schwierigkeit der Routen, Farborientierung an der Wand, spezifische Aufgabenstellung

Tab. 2: Therapeutischer Nutzen spezieller Klettersituationen exemplarisch übertragen auf die Zielbereiche (mögliche Defizite) bei Personen mit Multipler Sklerose

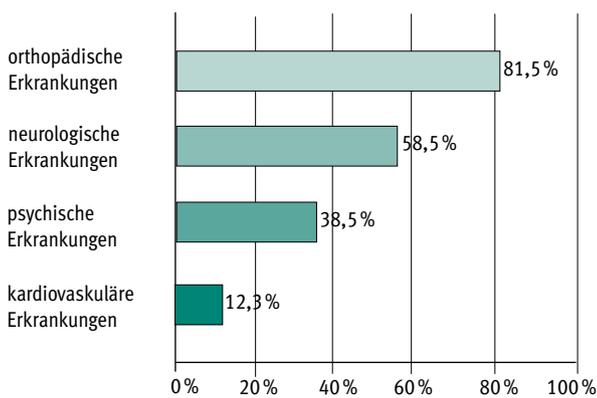


Abb. 3: Relative Häufigkeiten der Indikationsgruppen im Therapeutischen Klettern, n = 65, [47]

ren. Die physiologische Beanspruchung der Muskulatur sorgt auch hier neben dem Kraftzuwachs für eine Verbesserung der muskulären Balance im Gegensatz zur Kontrollgruppe. Schweitzer et al. [42] untersuchten die Stabilität des Sprunggelenks von 25 Freizeitkletterern im Vergleich zu 26 Fußballern, bei der die Kletterer in den Stabilitätstests signifikant besser abschnitten. Alle drei Studien konnten positive Wirkungen in der Klettergruppe gegenüber der Kontrollgruppe nachweisen. Der wenig später veröffentlichte systematische Review von Buechter und Fechtelpeter [4] analysiert die Evidenz zur Wirksamkeit des therapeutischen Kletterns in der Vorbeugung oder Behandlung von Erkrankungen anhand randomisiert-kontrollierter Studien mit patientenrelevanten Endpunkten, bewertet nach dem GRADE-System. Die Evidenz zur Wirkung von TK lässt sich demnach zusammengefasst in vier Studien nachweisen, jeweils mit Limitierungen in methodischen Bereichen. Zwei der Studien beschäftigen sich mit dem TK durch das Bouldern, eine Studie mit geriatrischen Patienten [11] und die andere Studie mit Rückenschmerzpatienten [9]. Zwei weitere Studien beinhalten ein Kletterprogramm mit Top-rope-Sicherung, eines für »Kinder mit Behinderung und motorischen Störungen« [28] und das andere für »Patienten mit MS« [51]. Obwohl sich auch hier bei allen vier Studien positive Effekt durch das Klettern aufzeigen lassen, konstatieren beide Autorengruppen, dass eine Wirkung des TK noch nicht überzeugend und eindeutig nachgewiesen werden kann. Die Unterschiede in den Studiendesigns, die Heterogenität und kleinen Gruppengrößen der Zielgruppen sowie das hohe Risiko für Bias lassen eine Vergleichbarkeit nur schwer zu. Es besteht großer Forschungsbedarf für diese recht neue Therapiemaßnahme.

Betrachtet man die therapeutische Praxis, wird das TK neben der orthopädischen Rehabilitation auch bei verschiedenen anderen Indikationen verwendet. Trinks et al. [47] zeigte in einer Onlinebefragung an Kliniken, Therapiepraxen und Kletterhallen (308 versendete

Bögen, 117 im Rücklauf, 65 Anbieter von TK in der Auswertung) erstmals die Verteilung der Anwendung von TK bei verschiedenen Indikationsbereichen (Abb. 3). Die Behandlung neurologischer Patienten steht in dieser Untersuchung mit 58,5% an zweiter Stelle, nach den orthopädischen Indikationsbereichen mit 81,5%. Das TK scheint damit in der angewandten Therapie der neurologischen Rehabilitation angekommen zu sein.

Die Studienlage zum Nachweis von TK für Personen mit MS ist noch begrenzt. Sie besteht aktuell aus einer publizierten Studie, kleineren Abstracts/Postern und Erfahrungsberichten. 2006 zeigten Kern et al. [19] erstmals in einem Pilotprojekt ohne Kontrollgruppe die Machbarkeit des TK im Top-rope-Klettern mit zehn MS-Betroffenen und konnten qualitativ mittels Fragebogen und Interviews die positiven Auswirkungen auf physische und mentale Aspekt durch eine Intervention über sechs Wochen aufzeigen. Lazik [26] beschreibt in seinem Lehrbuch zum TK eine Einzelfallstudie einer MS-betroffenen Ärztin. Sie hat in einem Zeitraum von sechs Monaten einmal pro Woche ein einstündiges Übungsprogramm im TK absolviert. Durch dieses Programm und auch eigene Aktivitäten verbesserte sich die Wegstrecke der betroffenen Person von 50m auf 800m und es zeigte sich eine wiederkehrende Lebensfreude und Selbstbewusstsein. Velikonja et al. [51] untersuchten in der bis jetzt einzigen randomisierten Studie, ob sich Stimmungslage, Spastik, Fatigue und kognitive Einschränkung durch eine Intervention im Klettern oder Yoga über den Zeitraum von zehn Wochen, einmal pro Woche, beeinflussen lassen. Eingeschlossen werden konnten 20 Personen mit MS, die einen schubförmigen oder chronischen Verlauf zeigten und auf der Expanded Disability Severity Scale (EDSS) einen Gesamtwert unter 6 aufwiesen, sowie unter 2 bei den pyramidalen Funktion (EDSS). Weder Yoga noch das TK zeigten einen signifikanten Einfluss auf die Stimmungslage oder Spastik bei Personen mit MS. Durch Yoga konnten signifikante Veränderungen für die selektive Aufmerksamkeit nachgewiesen werden. Die Intervention im TK zeigten für den Bereich der Fatigue eine signifikante Reduktion um 32,5%, $p=0,015$ (gemessen mit der Modified Fatigue Impact Scale) und für den Bereich der pyramidalen Funktion eine Reduktion um 25%, $p=0,046$ (gemessen mit der EDSS).

Therapeutisches Klettern mit Multipler Sklerose (TKMS)

Parallel wurde 2010 in München eine eigene Studie zur Erfassung des Einflusses eines speziell entwickelten Übungsprogramms auf motorische und psychosoziale Faktoren der Erkrankung MS durchgeführt. Im Gegensatz zu der Studie von Velikonja et al. [51] dauerte die Intervention mit Klettergruppe und einer reinen Kontrollgruppe sechs Monate. Ergänzend wurden Parameter zum Selbstwert und der Selbstwirksamkeit, der Lebensqualität sowie Gang und Gleichgewicht erfasst. Zur Untersuchung der Nachhaltigkeit des Programms wird aktuell nach drei Jahren ein Follow-up durchgeführt.

Forschungsdesign

In der sechsmonatigen kontrollierten randomisierten Interventionsstudie (RCT) im Prä-Post-Design wurden Veränderungen im motorischen oder psychosozialen Bereich bei Personen mit MS untersucht. Es konnten 27 Personen mit MS, 12 in der Interventionsgruppe (IV), 15 in der Kontrollgruppe (CG), an der Studie teilnehmen. Einschlusskriterien der Studie waren eine gesicherte Diagnose der MS (Arztbrief), Alter 25–65 Jahre, EDSS 0–7 Punkte, keine schwerwiegenden »Zusatzkrankungen« (siehe Kontraindikationen), keine Klettererfahrung, selbstständiges Erreichen des Trainingsortes an der Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaft der Technischen Universität München. Die Rekrutierung der Studienteilnehmer erfolgte über die Deutsche Multiple Sklerose Gesellschaft (MSG), neurologische Arztpraxen in München und das Kuratorium für Prävention und Rehabilitation der TU München e.V. Der Interventionszeitraum von sechs Monaten umfasste 20 Einheiten einmal pro Woche à zwei Stunden. Insgesamt mussten die Probanden an 18 Einheiten teilnehmen. Die erste Einheit war für alle verpflichtend. Als weiteres Ausschlusskriterium wurde das Auftreten eines Schubes im Interventionszeitraum festgelegt. Die Kontrollgruppe erhielt nach Ende des Interventionszeitraumes ebenfalls die Möglichkeit, regelmäßig einmal pro Woche an einem zweistündigen Klettertraining über sechs Monate teilzunehmen. Die Organisationsform des Gruppensettings und die Inhalte aus der Studie konnten anschließend im Kuratorium für Prävention und Rehabilitation der TU München e.V. im

Rahmen des Rehabilitationssports beibehalten werden. Im Follow-up nach drei Jahren wurden alle Patienten, die seit Studienbeginn klettern, aufgrund der Heterogenität sowie aus ethischen und organisatorischen Gründen zusammengefasst. Von den 27 Studienteilnehmern klettern noch 18 Personen mit MS regelmäßig.

Methodik

Erhoben wurden neben dem Neurostatus (EDSS, Multiple Sclerosis Functional Composite) motorische Testverfahren und Fragebögen zu psychosozialen Parametern. Die motorischen Testverfahren umfassten Gleichgewichtstests mit externer Störvariablen (Messinstrument: MFT S3 Check) und ohne externe Störvariablen (Messinstrument: Kistler Kraftmessplatte) sowie eine Ganganalyse. Die psychosozialen Faktoren konnten mittels folgenden Fragebögen und kognitiven Tests erfasst werden: Würzburger Erschöpfungsinventar »WEIMuS« (Fatigue), Selbstwirksamkeitserwartung »SWE« (Selbstwirksamkeit), Multidimensionale Selbstwertkala »MSWS« (Selbstwert), Hamburger Lebensqualitätsfragebogen bei MS »HAQUAMS« (Lebensqualität), Allgemeine Depressionsskala – lang »ADS-L« (Depression) und Faces Symbol Test »FST« (Kognition). Kurzfristige Auswirkungen innerhalb des RCTs wurden anhand der Befindlichkeit mit den Fragebögen Wahrgenommene Körperliche Verfassung »WKV« und Eigenzustandsskala »EZ« ermittelt. Zusätzlich schrieb jeder Studienteilnehmer seine persönliche Einschätzung nach jeder Einheit auf. Abbildung 4 zeigt ein Übersicht der Messverfahren und eine Zuordnung zu den einzelnen Testzeitpunkten [6, 10, 13, 16, 22, 24, 35, 38, 40, 41, 55].

Im Rahmen der Studie wurde ein Therapieprogramm im Klettern für Personen mit MS entwickelt und dokumentiert. Der Inhalt des Interventionsprogramms besteht aus Top-rope-Klettern an einer 13 Meter hohen Kletterwand und selektiven Übungen an der Sprossenwand mit Kletterwandelementen. Zu Beginn jeder Einheit fand ein gemeinsames Aufwärmen statt, um die Patienten auf die kletterspezifische Beanspruchung vorzubereiten. Die Stundenziele wurden vorab festgelegt und die Inhalte anhand der entworfenen Stundenbilder durchgeführt, aber sorgfältig auf die individuelle Situation abgestimmt (Übersicht Tabelle 3).

Das Erlernen kletterspezifischer Grundlagen (Knotenkunde, Partnercheck, Materialkenntnisse) förderten die Aufmerksamkeit, Eigenverantwortung und Bindung an die Sportart. Bei den Bewegungsaufgaben standen die Schulung des Gleichgewichts, der Kraftfähigkeit und Koordination an der Kletterwand im Vordergrund. Das Top-rope-Klettern ermöglichte es dem Patienten, trotz eines Trainings in der Gruppe in einer Eins-zu-eins-Situation (Therapeut-Patienten) zu klettern. So konnte eine individuelle Abstimmung auf die Tagesform und den Krankheitsverlauf des Patienten erfolgen. In dem Gruppensetting der Studie ist ein gegenseitiges Sichern der Betroffenen aufgrund der hohen Verantwortung und

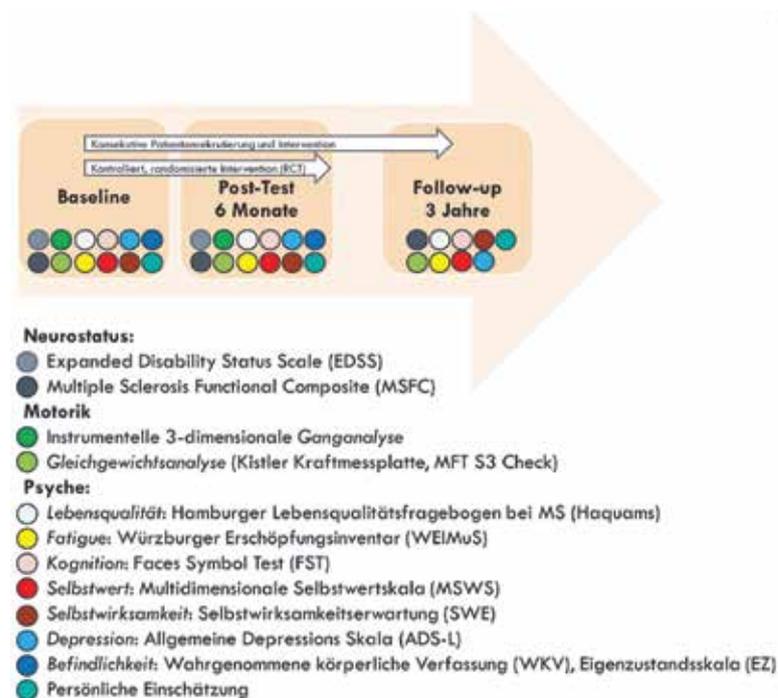


Abb. 4: Parameter, Messinstrumente und Zeitstrahl der Studie TKMS

	Schwerpunkt	Inhalt
1. Einheit:	Einführungen in das Klettern	Materialkunde, Sicherheit und Partnercheck, erster Wandkontakt
2.–5. Einheit	»Individualisierung«	Festigung der Grundkenntnisse, individuelle Betreuung: Versorgung mit Hilfsmittel wie Beinschlaufe oder Handschuh (s. Abb. 5, 6)
6.–10. Einheit	Gleichgewicht	Veränderung der Unterstützungsfläche, Erzeugung zusätzlicher Drehmomente
11.–15. Einheit	Koordination	Technikschulung: Eindrehen, Auge-Hand-Koordination: Zielgriffe erreichen
16.–20. Einheit	Kraft	veränderte Hubhöhe: mehr Beinarbeit, Überhang: Rumpfstabilisation

Tab. 3: Übersicht der Klettereinheiten im Interventionszeitraum der Studie TKMS



Abb. 5 und 6: Hilfsmittel wie ein Handschuh (links) senken bei einer ataktischen Hand das Verletzungsrisiko und verbessern das Greifen. Eine Beinschlaufe (rechts) hilft beim Heben des Beines

den neurologischen Defiziten wie Standunsicherheiten, Sensibilitätsstörungen, Kraftverlust, Fatigue, kognitive Störungen und Tagesform nicht möglich. Das muss aber nicht bedeuten, dass Einzelne nicht dazu in der Lage sind.

Ergebnisse

Die Probanden waren im Mittel in der Klettergruppe 44 ($\pm 7,3$) und in der Kontrollgruppe 46 ($\pm 7,1$) Jahre alt. Weder im Geschlecht ($w=17$, $m=10$; $p=0,439$) noch im EDSS (Range 2–6,5; $p=0,758$) zeigten sich in der Studienpopulation signifikante Unterschiede zu Beginn der Studie.

In dem sechsmonatigen Abschnitt umfasste die Interventionsgruppe nach einem drop-out von zwei Teilnehmern $n=10$. Ein Teilnehmer schied aufgrund familiärer Belastung nach der Hälfte des Programms aus, die Daten eines weiteren Teilnehmers konnten aufgrund eines Schubes nicht verwendet werden. In der Kontrollgruppe konnten Daten von 14 Teilnehmern ausgewertet werden, da auch hier eine Person einen Schub im Interventionszeitraum erlitt.

Die Follow-up-Erhebung wird aktuell gerade durchgeführt. Bis jetzt liegen erste Ergebnisse aus dem kontrolliert-randomisierten Abschnitt für den Bereich der Fatigue vor. Als Messinstrument wurde das Würzburger Erschöpfungsinventar (WEIMuS) von Flachenecker [10] verwendet. Die Skala für den Gesamtwert geht von 0 bis 68 Punkte, mit einem Cut-off-Level der Fatigue bei 32 Punkten. Alle nachfolgenden Werte werden als Median (range) angegeben. Das Signifikanzniveau wurde auf 0,05 festgelegt.

In der Interventionsgruppe sank der Fatigue-Wert von 36 [25,75; 46,50] auf 17,5 [1,75; 32,50]; $p=0,011$; in der Kontrollgruppe konnte im selben Zeitraum keine

Änderung (26 auf 27, $p=0,550$) beobachtet werden. Dabei unterschieden sich die Gruppen in der Varianzanalyse mit Post-hoc-Analyse (Bonferroni) signifikant ($p=0,031$).

Bei der Analyse der einzelnen Teilsegmente des WEIMuS-Fragebogens in körperliche Fatigue (KÖRP) und kognitive Fatigue (KOG) konnten für beide Teilbereiche signifikante Verbesserungen in der IV erreicht werden ($p=0,021$ (KÖRP), $p=0,012$ (KOG)). Die Änderungen in der CG waren nicht signifikant.

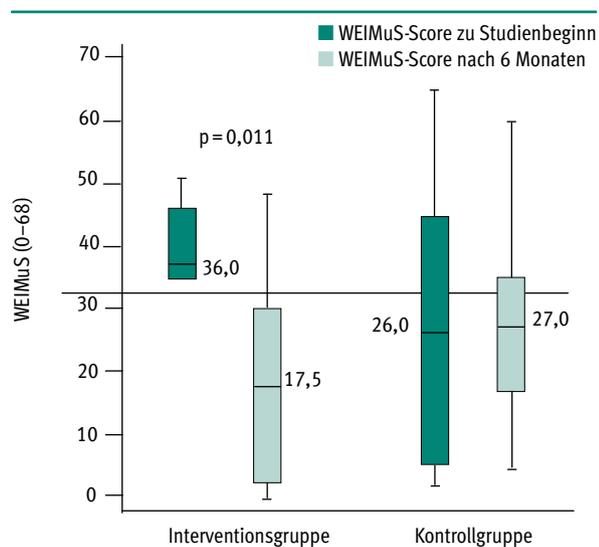


Abb. 7: Boxplot-Diagramm der Fatigue Werte (Messinstrument WEIMuS) vor und nach Intervention in den beiden Gruppen (Kletterintervention und Kontrolle) Cut-off-Level 32

Diskussion

Die sehr komplexe Sportart Klettern stellt hohe Ansprüche an körperliche und psychische Fähigkeiten und lässt sich so mit in das biopsychosoziale Modell einordnen. Wissenschaftliche Studien beleuchten das Sportklettern in Bezug auf den Leistungssport meist aus physiologischer Sicht sowie in Bezug auf die dort auftretenden Verletzungen und Überlastungsschäden [43, 44, 53].

Die Vielzahl der Symptome und der heterogene Krankheitsverlauf der Erkrankung MS stellen für jeden Betroffenen eine ganz individuelle Herausforderung dar. Sportliche Betätigung kann ein Ansatz in der Krankheitsbewältigung sein. Die Literatur beschreibt ausführlich den positiven Einfluss von körperlicher Aktivität auf die Primär- und Sekundärsymptomatik der MS, auf das Immunsystem sowie auf strukturelle und funktionelle Veränderungen im Gehirn [1, 7, 14, 25, 31, 34, 48]. Motl zeigt in seiner Metaanalyse 2010 aber auch, dass Personen mit MS weit weniger körperlich aktiv sind als Gesunde. Neben der körperlichen Symptomatik neigen Personen mit MS zu Stimmungsschwankungen und depressiven Symptomen wie Traurigkeit, Schlaf- und Antriebslosigkeit. Etwa die Hälfte aller MS-Erkrankten leidet unter Konzentrations- und Gedächtnisstörungen und 40 % unter Fatigue [1, 10, 45]. Sozialer Rückzug und eine Fokussierung auf die eigenen Defizite können die Folge sein.

Durch die individuellen Bewegungshandlungen und vielfältige Therapiemöglichkeit scheint das TK genau den Rahmen zu bieten, den die Erkrankung MS als »Erkrankung der 1000 Gesichter« braucht. TK mit MS-Betroffenen kann mit der Technik des Top-rope-Kletterns im Nachstieg in einem Gruppensetting erfolgen. Neben dem Gleichgewicht, der Kraft und Ausdauer können wichtige koordinative Fähigkeiten geschult werden. Psychisch gesehen bedeutet das Überwinden der eigenen Ängste und das selbstständige Erreichen des Ziels an der Wand eine große Herausforderung. Die Patienten lernen, sich und ihre Leistungsfähigkeit richtig einzuschätzen und erfahren Sicherheit und Vertrauen an der Kletterwand. Damit können sie ihr Selbstkonzept, ihr Selbstvertrauen und Selbstwertgefühl positiv beeinflussen. Auch können schwerer betroffene Patienten bei mangelnder motorischer Aktivität über die Seilsicherung unterstützt werden. Zusätzlich ermöglicht das Top-rope-Klettern dem übenden Patienten jederzeit eine längere Pause in der Wand oder das Beenden einer Route auf jeder Höhe. Der Therapeut hat die Möglichkeit, individuell auf den Patienten einzugehen und genau dort anzusetzen, wo die Defizite und Einschränkungen des einzelnen liegen, gleichzeitig können auch dessen Stärken genutzt werden. Biomechanisch gesehen kommt es dabei zu einer Beanspruchung und Belastung des gesamten Bewegungsapparates in geschlossenen Muskelfunktionsketten. Auf neurophysiologischer Ebene kommt es zur Rekonditionierung neuromuskulärer Störungen bei traumatischen bzw. chronischen Erkrankungen und

psychosozial gesehen zu einer positiven Beeinflussung emotionaler Störungen, Selbstwertproblematiken und Angstzuständen. Durch die Sicherungstechnik in einem Eins-zu-eins-Verhältnis Therapeut-Patient und die Kontrolle mit dem Partner findet eine Interaktion auf persönlicher Ebene statt. Neben der direkten Klettersituation von Patient und Therapeut kann es in der Gesamttätigkeit als Gruppe zu sozialen Kontakten und Austausch kommen.

Die mittlerweile große Studienlage zu Sport und Personen mit MS liefert bisher nur wenig hochwertige Originalarbeiten, die sich dann meist auf die Themen Ausdauer und Kraft konzentrieren [7, 30, 50]. Die Belastungsnormativen einzelner Sportarten bleiben aufgrund ungenauer oder uneinheitlicher Studiendesigns unklar. Eine Ableitung spezifischer Trainingswirkungen und -empfehlung erfolgt meist immer noch aus der Sportpraxis [46]. Auch die junge Therapieform Klettern steht in diesem Kontext noch völlig am Anfang ihrer Evidenzlage. Nur eine randomisierte Studie wurde bis jetzt veröffentlicht und konnte positive Auswirkungen auf den Bereich der Fatigue und pyramidalen Funktionen bei Personen mit MS nachweisen [51]. Eigene Forschungsarbeiten können die Ergebnisse im Bereich der Fatigue stützen und zeigen bei der Interventionsgruppe eine signifikante Reduktion der Werte unterhalb des Cut-off-Levels. In der Kontrollgruppe, die sich unterhalb des Cut-off-Levels befindet, zeigen sich keine signifikanten Veränderungen [21].

Es bleibt zu berücksichtigen, dass es sich bei den bisher durchgeführten Studien um Studien mit kleiner Fallzahl, unterschiedlichen Designs [19, 21, 51] und heterogenem Krankheitsbild handelt, die zu einer eingeschränkten Aussagekraft führen.

Therapiemüdigkeit und Krankheitsprogression können die Compliance der Personen mit MS in der Therapie beeinträchtigen. Im Klettern zeigt sich eine hohe intrinsische Motivation. Vor allem die häufig relativ jungen MS-Betroffenen werden angesprochen. Der Nutzen dieser neuen Therapie liegt in der Schnittmenge aus Therapieform und Sportart und gibt den Patienten ein Stück »Normalität« zurück. Einer Ausgrenzung im Alltag kann entgegen gewirkt werden. Das Klettern kann also zu einer höheren Compliance führen als gängige Therapiemaßnahmen. Das birgt ein großes Potential für chronisch kranke Menschen. Auch Patienten, die schon im Rollstuhl sitzen, können davon profitieren [20]. Es kann gelingen, vorhandene Barrieren für mehr Bewegung im Alltag abzubauen und das Ziel einer ganzheitlichen, bewegungsbezogenen Intervention mit langfristiger Änderung des Bewegungsverhaltens zu implementieren [2, 33, 50].

Eine Therapie durch Sport findet bewusst im Unbewussten statt und ist sportliche Leistung und Therapie in einem. Größter Benefit ist die allgemeine Aktivierung und das Zutrauen zu sich selbst! Das bezieht sich sowohl auf die sportliche Leistung als auch auf kleinere Aktivitäten im Alltag. So scheint das TK zu einer individu-

ellen Verbesserung der eigenen Situation und damit der Lebensqualität beizutragen. Oft bestimmen die Defizite der Krankheit und die Tagesform das individuelle Trainingsziel. Im Vordergrund steht beim TK neben der eigenen Leistung immer das gemeinsame Sporterlebnis. Das TK ist für MS-Betroffene als Ergänzung zur klassischen Therapie einzustufen.

Um langfristig therapierelevante Effekte zu erzielen und gesundheitsfördernd zu arbeiten, muss die körperliche Aktivität dauerhaft und regelmäßig durchgeführt werden [34, 50]. Der Drop-out von nur einer Person durch mangelnde Teilnahme über den Zeitraum von sechs Monaten (und das aus familiären Gründen) sprechen für eine hohe Compliance. Drei Jahre nach Beginn der Studie TKMS sind allein noch 18 der Studienteilnehmer aktive Kletterer, und das trotz dieser chronisch progredienten Krankheit MS. Diese Ergebnisse deuten auf eine hohe Akzeptanz und Motivation hin.

Der Patient kann im TK in fast jedem körperlichen oder geistigen Zustand auf einem angepassten Niveau an sich arbeiten. Voraussetzung für das TK ist es, dass eine Person mit MS noch einen eigenständigen Transfer leisten kann (EDSS bis 7) und auf Ansprache reagiert. Die Vielfältigkeit und große Flexibilität des Kletterns in den Händen erfahrener Therapeuten macht diese Therapie so wertvoll. Gryzbowski et al. (2010) und Scharler et al. (2000) geben die Wirkungen im TK für neurologische Erkrankungen mit Reaktivierung der neuronalen Verschaltung, Verbesserung der Körperwahrnehmung, Kraft, Koordination und Beweglichkeit sowie der Förderung von Konzentration und Motivation an. Trotz aktuell geringer Evidenz, bedingt durch methodische Mängel in den Studiendesigns und die besondere Schwierigkeit von klinisch orientierten Interventionsstudien mit komplexen Patientengruppen, sollten keine voreiligen Schlüsse gezogen werden [4, 12].

Deutliche Hinweise ergeben sich durch die positive Rückmeldung der MS-Betroffenen sowie die nun mehr achtjährige eigene Erfahrung und Forschung im TK bei Personen mit MS. Kleinere klinische Studien deuten erste Nachweise an und sollten vielmehr bestärken, die Forschung in diesem Bereich zu intensivieren. Es bedarf weiterer Studien mit größerer Fallzahl, einheitlichen Studiendesigns und klareren Abgrenzungen innerhalb der Krankheit MS. Des Weiteren sollte die Auswirkung des TK auf Alltagsaktivität, Motivation und Selbstständigkeit untersucht werden.

Literatur

- Bakshi R. Fatigue associated with multiple sclerosis: diagnosis, impact and management. *Mult Scler* 2003; 9 (3): 219-227.
- Brown TR, Kraft GH. Exercise and rehabilitation for individuals with multiple sclerosis. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America* 2005; 16: 513-555.
- Buchanan RJ, Schiffer R, Stufenberg A, Zhu L, Wang S, Chakravorty B, Myung Suk K. Demographic and Disease Characteristics of People With Multiple Sclerosis Living in Urban and Rural Areas. *Int J MS Care* 2006; 8: 89-98.
- Buechter RB, Fechtelpeiter D. Climbing for preventing and treating health problems: a systematic review of randomized controlled trials. *Ger Med Sci* 2011; 9: Doc19.
- Colcombe SJ, Kramer AF. Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic-study. *Psychol Sci* 2003; 14: 125-130.
- Cutter GR, Baier ML, Rudick RA, Cookfair DL, Fischer JS, Petkau J, Syndulko K, Weinshenker BG, Antel JP, Confavreux C, Ellison GW, Lublin F, Miller AE, Rao SM, Reingold S, Thompson A, Willoughby E. Development of a multiple sclerosis functional composite as a clinical trial outcome measure. *Brain* 1999; 122 (5): 71-882.
- Dalgas U, Stenager E, Ingemann-Hansen T. Multiple Sclerosis and physical exercise: recommendations for the application of resistance-, endurance- and combined-training. *Mult Scler* 2008; 14 (1): 35-53.
- Elbert T, Rockstroh B. Kortikale Reorganisation. In: Karnath H-O, Thier P. *Neuropsychologie*. 2. Aufl., Springer Medizin Verlag, Heidelberg 2006.
- Engbert K, Weber M. The effects of therapeutic climbing in patients with chronic low back pain: a randomized controlled study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011; 36(11): 842-9.
- Flachenecker P. »Fatigue« bei Multipler Sklerose. *Der Nervenarzt* 2003; 2: 165-174.
- Fleissner H, Sternat D, Seiwald S, Kapp G, Kauder B, Rauter R, Kleindienst R, Hörmann J. Therapeutic climbing improves independence, mobility and balance in geriatric patients. *Euro J Ger.* 2010; 12(1): 12-6.
- Gryzbowski C, Eils E. Therapeutisches Klettern – kaum erforscht und dennoch zunehmend eingesetzt. *Sportverletz Sportschaden* 2011; 25 (2): 87-92.
- Gold SM, Heesen C, Schulz H, Guder U, Monch A, Gbadamosi J, Buhmann C, Schulz KH. Disease specific quality of life instruments in multiple sclerosis: validation of the Hamburg Quality of Life Questionnaire in Multiple Sclerosis. *MultScler* 2001; 7 (2): 119-130.
- Gutierrez GM, Chow JW, Tillman MD, McCoy SC, Castellano V, White LJ. Resistance training improves gait kinematics in persons with multiple sclerosis. *ArchPhysMedRehabil* 2005; 86 (9): 1824-1829.
- Guttenberger M. Heilende Wände – Klettern wird immer häufiger als Therapie eingesetzt. *Süddeutsche Zeitung* 26.7.2007, Nr. 170: 46.
- Hautzinger M, Bailer M. *Allgemeine Depressions Skala: Manual*. Beltz Test GmbH, Göttingen 1993.
- Heitkamp H, Mayer F, Böhm S. Effekte eines Klettertrainings im Vergleich zu isokinetischem Krafttraining auf die wirbelsäulenstabilisierende Muskulatur. *Die Säule* 1999; 1: 26-31.
- Heitkamp HC, Fichter C, Grau S, Rapp W, Nieß A, Horstmann T. Klettern und paravertebrale Muskulatur bei jugendlichen Skolioitikern. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 2005; 56 (7/8): 288.
- Kern C, Bühlmeier K, Käser T, Banik B, Eberhard U, Kleinert J, Michna H. Multiple sclerosis and therapeutic climbing: an interventional long term pilot study indicates first beneficial effects. 11th European College of Sport Science Congress, 5-8 July 2006, Lausanne/CH 2006, 608.
- Kern C. "MS on the rocks". Klettern mit Multiple Sklerose. Unmögliches möglich machen. In: *Alpenvereinsjahrbuch BERG*, Deutscher Alpenverein 2011.
- Kern C, Tusker F, Bischoff C, Oberhoffer R. Sports climbing once a week improves balance, fatigue and cognitive function in multiple sclerosis (MS). 17th European College of Sport Science Congress, 4-7 July 2012, Bruges/BEL 2012, 472.
- Kleinert J. Adjektivliste zur Erfassung der Wahrgenommenen Körperlichen Verfassung (WKV): Skalenkonstruktion und erste psychometrische Befunde. *Zeitschrift für Sportpsychologie* 2006; 13 (4): 156-164.
- Köstermeyer G, Tusker F. *Sportklettern. Technik- und Taktiktraining*. München 1997.
- Kurtzke JF. Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). *Neurology* 1983; 33 (11): 1444-1452.

25. Lamprecht S. NeuroReha bei Multipler Sklerose. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2008.
26. Lazik D. Therapeutisches Klettern. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2008.
27. Lilotte R. Psychomotorische Entwicklungsförderung am Beispiel eines Kletterprojekts in einem offenen, integrativen Kinder- und Jugendhaus. Praxis der Psychomotorik 2003; 28 (3): 177-186.
28. Mazzoni ER, Purves PL, Southward J, Rhodes RE, Temple VA. Effect of indoor wall climbing on self-efficacy and self-perceptions of children with special needs. Adapt Phys Activ Q 2009; 26 (3): 259-273.
29. Mollenhauer A, Doll N. Therapeutisches Klettern in der Akutpsychiatrie. Pflegewissenschaft 2011; (9): 453-461.
30. Motl RW, Gosney J. Effect of exercise training on quality of life in multiple sclerosis: a meta-analysis. MultScler 2008; 14 (1): 129-135.
31. Motl RW. Physical activity and irreversible disability in multiple sclerosis. Exerc Sport Sci Rev 2010; 38 (4): 186-191.
32. Niggelhoff S. Klettern als erlebnispädagogisches Medium in der Entwöhnungsbehandlung Drogenabhängiger. Praxis der Psychomotorik 2003; 28 (3): 191-195.
33. Pfeifer K, Sudeck G, Geidl W, Tallner A. Bewegungsförderung und Sport in der Neurologie – Kompetenzorientierung und Nachhaltigkeit. NeuolRehabil 2013; 19 (1): 7-19.
34. Pedersen BK, Saltin B. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports 2006; 16 (1): 3-63.
35. Raschner C, Lambert S. S3-Check – Evaluierung und Normwerterhebung eines Tests zur Erfassung der Gleichgewichtsfähigkeit und Körperstabilität. Sportverletzung Sport-schaden 2008; 22: 100-105.
36. Scharler D. Therapeutisches Klettern – Alpenfeeling in der Praxis. Physiopraxis 2004; 7/8.
37. Scharler D, Nepper HU. Klettern im Rahmen der Rehabilitation – Grundsätze, Prinzipien und Beispiele. Die Säule 2000; 1: 22-25.
38. Scherer P, Penner IK, Rohr A, Boldt H, Ringel I, Wilke-Burger H, Burger-Deinerth E, Isakowitsch K, Zimmermann M, Zahrnt S, Hauser R, Hilbert K, Tiel-Wilck K, Anvari K, Behringer A, Peglau I, Friedrich H, Plenio A, Benesch G, Ehret R, Nippert I, Finke G, Schulz I, Bergtholdt B, Breitkopf S, Kaskel P, Reichies F, Kugler J. The Faces Symbol Test a newly developed screening instrument to assess cognitive decline related to multiple sclerosis: first results of the Berlin Multi-Centre FST Validation Study. MultScler 2007; 13: 402-411.
39. Schnitzler EE. Loslassen, um weiter zu kommen – Praxisbericht: Therapeutisches Klettern in der psychosomatischen Rehabilitation. Rehabilitation 2009; 48 (01): 51-58.
40. Schütz A, Sellin I. Multidimensionale Selbstwertkala; MSWS. Manual Hogrefe, Göttingen 2006.
41. Schwarzer R, Mueller J, Greenglass E. Assessment of perceived general self-efficacy on the Internet: Data collection in cyberspace. Anxiety, Stress, and Coping 1999; 12: 145-161.
42. Schweizer A, Bircher HP, Kaelin X, Ochsner PE. Functional ankle control of rock climbers. Br J Sports Med 2005; 39 (7): 429-431.
43. Schweizer A. Sport climbing from a medical point of view. Swiss Med Wkly 2012; 142: w13688.
44. Sheel AW. Physiology of sport rock climbing. Br J Sports Med 2004; 38 (3): 355-359.
45. Stroud NM, Minahan CL. The impact of regular physical activity on fatigue, depression and quality of life in persons with multiple sclerosis. Health Qual Life Outcomes 2009; 7: 68.
46. Tallner A, Waschbisch A, Wenny I, Schwab S, Hentschke C, Pfeifer K, Mäurer M. Multiple sclerosis relapses are not associated with exercise. Multiple Sclerosis Journal 2012; 8 (2): 232-235.
47. Trinks S, Kern C, Peters C. Therapeutisches Klettern in der Rehabilitation – Eine Bestandsaufnahme. Praxis Physiotherapie 2010; 3: 158-162.
48. Thurm F. Körperliches Training als wichtiger Bestandteil der geriatrischen Neurorehabilitation. Neuroreha 2012; 4: 156-160.
49. Turner AP, Kivlahan DR, Haselkorn JK. Exercise and quality of life among people with multiple sclerosis: looking beyond physical functioning to mental health and participation in life. ArchPhys-MedRehabil 2009; 9 (30): 420-428.
50. Tzschoppe R, Tallner A, Pfeifer K. Körperliche Aktivität und Sport von Personen mit Multiple Sklerose – Barrieren und Förderfaktoren. NeurolRehabil 2013; 19 (1): 47-55.
51. Velikonja O, Curic K, Ozura A, Jazbec SS. Influence of sports climbing and yoga on spasticity, cognitive function, mood and fatigue in patients with multiple sclerosis. Clinical Neurology and Neurosurgery 2010; 112: 597-601.
52. Wallner S. Psychologisches Klettern. Klettern als Mittel klinisch- und gesundheitspsychologischen Handelns. Psychologie in Österreich 2010; 5: 396-404.
53. Watts P. Physiology of difficult rock climbing. European Journal of Applied Physiology 2004; 91: 361-372.
54. Winter S. Richtig Sportklettern. BLV, München 2001.
55. Wu G, Cavanagh PR. ISB recommendations for standardization in the reporting of kinematic data. J Biomech 1995; 28: 1257-1261.

Interessenvermerk

Es besteht kein Interessenkonflikt.

Korrespondenzadresse

Claudia Kern
Technische Universität München
Lehrstuhl Präventive Pädiatrie
Connollystr. 32
80809 München
E-Mail: claudia.kern@tum.de