

	Vorwort	1
1	Einführung	4
1.1	Vorbemerkungen	4
1.2	Geschichtliche Entwicklung	5
1.3	Sporttherapeutische Ziele des Krafttrainings	8
2	Vorausgehende Bemerkungen zum Krafttraining	9
2.1	Zum Begriff Kraft	9
2.2	Erscheinungsformen der Kraft	9
3	Training	11
3.1	Trainingsprinzipien	11
3.2	Trainingssteuerung	15
3.2.1	Belastungsfaktoren	15
3.2.2	Methodisches Vorgehen, Organisationsformen, Trainingsdokumentation	16
3.3	Aufbau einer Trainingseinheit unter methodisch-didaktischem Aspekt	18
4	Krafttraining	22
4.1	Grundlagen der Belastungsgestaltung	22
4.1.1	Ermittlung der Maximalkraft durch das Wiederholungsmaximum	23
4.1.2	Subjektives Belastungsempfinden	24
4.2	Krafttrainingsmethoden	25
4.2.1	Kraftausdauertraining	25
4.2.2	Maximalkrafttraining	26
4.2.3	Schnellkrafttraining	30
4.2.4	Isokinetisches Training	31
4.3	Stufenmodell	32
5	Voraussetzungen	35
5.1	Organisatorische Voraussetzungen	35
5.2	Materielle Voraussetzungen	35
5.3	Personelle Voraussetzungen	38

6	Indikationen und Kontraindikationen	39
6.1	Indikationen	39
6.2	Kontraindikationen	39
7	Spezifikationen – Problemdiskussion	40
7.1	Krafttraining und Geschlechtsspezifik	40
7.2	Krafttraining und Altersspezifik	41
7.3	Krafttraining und Spastik	42
7.4	Krafttraining und Asymmetrie	43
7.5	Krafttraining und muskuläre Dysbalancen	43
7.6	Dehnen/Stretching – Ja oder Nein?	44
7.7	Krafttraining und Medikation	50
8	Übungskatalog / Trainingspläne	56
8.1	Übungsbeispiel 1: Motorisch-komplette QSL sub Th6 (Paraplegie)	56
8.2	Übungsbeispiel 2: Motorisch-komplette QSL sub C6 (Tetraplegie)	70
8.3	Übungsbeispiel 3: Motorisch-inkomplette QSL sub C5 (Tetraparese)	74
9	Anhang	82
9.1	Literaturverzeichnis	82
9.2	Abbildungsverzeichnis	88
9.3	Über die Autoren	95

Bewegungsmangel und fehlende körperliche Aktivität führen über die bereits behinderungsbedingte vorbestehende Inaktivität zu weiteren Verlusten der koordinativen Fähigkeit und Mobilität. Aus diesem Grunde sind körperliche Aktivitäten für Menschen mit einer Behinderung im Rahmen der Rehabilitation und Prävention über den Breitensport bis hin zum Leistungssport wichtig.

Körperliche Aktivitäten sind seit dem Altertum zu rituellen, hygienischen, therapeutischen und pädagogischen Zwecken eingesetzt worden. Körperlich sportliche Aktivität hat nicht nur einen positiven Einfluss auf die physische, sondern auch auf die psychische Gesundheit.

Rehabilitationssport und Funktionstraining sind ergänzende Leistungen zur Rehabilitation, um das Ziel der Rehabilitation zu erreichen oder zu sichern. In Abhängigkeit vom Kostenträger ergänzt der Rehabilitationssport die medizinischen Maßnahmen wie bei der gesetzlichen Unfallversicherung, oder schließt sich der medizinischen Rehabilitation an. Im Sinne der ICF (Internationale Classification of Functioning) werden hier die Leistungen zur Teilhabe am Leben in der Gemeinschaft oder zur Teilhabe am Arbeitsleben erbracht. Rehabilitationssport wirkt mit den Mitteln der Sporttherapie. Hierdurch sollen Ausdauer und Kraft wie Koordination und Flexibilität verbessert werden.

Depression und Angst können durch 2 x wöchentlich vorgenommene sportliche Aktivitäten reduziert werden. Sportliche Aktivitäten von 3 x und mehr pro Woche zeigten, dass Angst und depressives Verhalten am niedrigsten und die Vitalität am höchsten waren. Der Einfluss der sportlichen Aktivität auf die Psyche ist besonders positiv ausgeprägt durch die Häufigkeit des betriebenen Sportes, weniger durch die Intensität.

Außer Acht gelassen werden darf sicher nicht, dass bei gruppensportlichen Unternehmungen der Kontakt zwischen den Behinderten gefördert wird, also Inhalte von Selbsthilfe haben, ohne sich jedoch als Selbsthilfegruppe zu verstehen. So kommt dem Sport eine spielerische Leichtigkeit zu, die den Zugang deutlich erleichtert.

Im Sinne der ICF kann der Sport vorhandene Funktionen stärken, die soziale Integration verbessern und die Lebensqualität anheben, um somit präventiv zu wirken. Unsere Aufgabe ist es, die Betroffenen an sportliche Aktivitäten schon während des stationären Aufenthaltes hinzuführen und darüber hinaus für weitere körperliche Aktivitäten zu motivieren. Neben dem Problem, dass häufig an ländlichen Wohnorten Vereine fehlen, die Abteilungen für Behinderte anbieten und somit größere Distanzen zu einem entsprechenden Verein zurückzulegen sind, sind die guten Vorsätze im Sinne „ach das Fleisch ist so schwach“ zunichte gemacht. Auch die erschwerte Verordnung von „Hilfsmitteln“ zur Ausübung des Sportes begrenzt die aufkeimenden sportlichen Gedanken.

Das vorliegende Buch eröffnet allen Beteiligten am Rehabilitationsprozess einen besseren Einblick in die Sporttherapie.

*Dr. A. Niedeggen
1. Vorsitzender der DMGP (2005)*

1.1 Vorbemerkungen

Das Training der Kraft als eine der Basisfähigkeiten des menschlichen Organismus ist seit Jahrzehnten hinlänglich untersucht und vor allem im Leistungssport seit langem unverzichtbarer Bestandteil der Trainingsstruktur. In den 80er Jahren hielt es selbst in bis dahin krafttrainingsabstinenten Sportarten (Basketball, Langstreckenlauf) Einzug, da man den großen Anteil an der Leistungssteigerung erkannte. Demgegenüber ist der Wert eines gezielten Krafttrainings im therapeutischen Bereich lange Zeit unterschätzt worden. Noch heute bestehen Skepsis und Unsicherheiten im Umgang mit den Aspekten des Krafttrainings in der Prävention und Rehabilitation.

Möglicherweise rühren diese daher, dass bekannte Trainingsmittel und -methoden bislang beinahe ausschließlich im Sport Anwendung fanden. Die Belastbarkeit von Sportlern ist eine wesentlich andere als die von Patienten mit einer Querschnittlähmung. Auf der einen Seite besteht ein großes Potential, denn durch die hoch differenzierten Kraftanforderungen im Sport sind die Krafttrainingsmethoden in ihren Grundlagen, Durchführungen, Methoden, Wirkungsweisen und Tests aus leistungsphysiologischer Sicht der Sportmedizin und übergreifend in der Trainingswissenschaft gut untersucht.

Auf der anderen Seite besteht nicht nur für die auf diesem Gebiet tätigen Sportlehrer/-therapeuten die berechtigte Frage:

Sind die Krafttrainingsmethoden auf die Therapie mit Patienten übertragbar?

Für Behinderte mit Querschnittsymptomatik gibt es wenig Untersuchungen, keine relevanten Studien oder Materialien hinsichtlich effektiver und systematischer Muskelkraftentwicklung. Des Weiteren existieren insbesondere in der postakuten stationären Phase nur minimale Aussagen über Steuerung und differenzierte Steuerungsgrößen für die Belastungsgestaltung, über notwendige Entlastungsregimes sowie über einen inhaltlich - organisatorischen Belastungsaufbau. Aufgrund der in den letzten Jahren rasant angewachsenen operativ - technischen und gerätemedizinischen Möglichkeiten resultieren sich stets verkürzende Liege- und Aufenthaltszeiten in den Kliniken. Durch die veränderten gesellschaftspolitischen Bedingungen entsteht ein immenser Kostendruck von Seiten der Leistungsträger, der die Relevanz und den zentralen Stellenwert eines verkürzten, effektiven, systematischen sowie standardisierten Krafttrainings in der Sporttherapie im Rahmen der Früh- und Erstrehabilitation untermauert.

Damit stellt sich ein weiteres Problem dar:

Muskelpysiologische Anpassungen, die durch systematisches und kontinuierliches Training der konditionellen Fähigkeit Kraft evoziert werden, sind – biologischen Gesetzmäßigkeiten folgend – an definierte Zeiträume gebunden. Morphologische Adaptationen lassen sich nach Moritani und De Vries (1979), Fukunaga (1976), Mac Dougall (1980), Ehlenz, Grosser und Zimmermann (1987); Schmidbleicher (1987) nachweislich frühestens nach 3-5 wöchigem Training beginnend nachweisen, die sich dann noch einige Wochen bis Monate hinziehen.

Somit verursacht eine kürzere Verweildauer oftmals auch Abstriche in der Orientierung und Formulierung von Therapiezielen auf Kosten der Qualität. Eine optimale Behandlung in der postakuten Phase und in der Rehabilitation in den Querschnittszentren bedeutet im Umkehrschluss Bindung an eine definierte Verweildauer der Patienten.

Der die Arbeit limitierende Zeitfaktor, der eine stationäre Verweildauer von drei bis fünf Monaten bei paraplegischen Patienten kaum noch gewährleistet, beschwört ein weiteres Problem herauf – nämlich eine aufgrund der gestiegenen Belastungssymptomatik objektiv herabgesetzte psychische Bereitschaft sowie verminderte Motivation der Patienten, vorgegebene und notwendige Ziele zu erreichen, erreichen zu können (ärztliche, pflegerische und sozialdienstliche Tätigkeiten, physiotherapeutische, ergotherapeutische sowie sporttherapeutische Therapien).

Die veränderten gesellschaftlichen Bedingungen erfordern ein Umdenken und die Weiterentwicklung bereits existierender Therapiemittel und -methoden in der Behandlung von Patienten mit Querschnittlähmung.

Anliegen des Leitfadens ist es, aus sporttherapeutischer Sicht eine methodisch - inhaltliche sowie organisatorische Einordnung des Krafttrainings als einen Schwerpunkt in der Sporttherapie rückenmarksgeschädigter Patienten sowohl in der postakuten Phase als auch in den nachgeordneten Anschlussbehandlungen als einen wesentlichen Beitrag zur Qualitätssicherung vorzunehmen.

Der Leitfaden eröffnet Möglichkeiten für einheitliche Standards und Vorgehensweisen für in der Deutschsprachigen Medizinischen Gesellschaft für Paraplegie (DMGP) angeschlossene Zentren. Er erhebt weder Anspruch auf Vollständigkeit, noch stellt er Dogmen dar, der in der Therapie notwendige Freiheitsgrade einengt oder gar ausschließt. Vielmehr wurde der Versuch unternommen, Erfahrungswerte zusammenzutragen und zu systematisieren, um sie in komplexer Form abzubilden. Es werden Richtlinien aufgezeigt, die eine bewährte Möglichkeit des Vorgehens beinhalten.

Der gegenwärtige Kenntnisstand beim Krafttraining von Patienten mit Querschnittlähmung sollte zukünftig durch wissenschaftliche Untersuchungen evaluiert werden. Es fehlen trainingswissenschaftlich fundierte Erkenntnisse darüber, wie Patienten mit einer Querschnittlähmung unter Berücksichtigung pathophysiologischer Gegebenheiten trainieren sollten.

Fragestellungen zum Training mit Besonderheiten wie Spastik, veränderte hormonelle und sensible Situation, gestörte vegetative Systeme, medikamentöse Beeinflussung und verminderte Leistungsreserven sind dabei von besonderem Interesse, da sie oftmals ein individuelles Vorgehen erfordern. Der Leitfaden hat das Ziel, einerseits Transparenz für interdisziplinäre Zusammenarbeit zu erzeugen und andererseits eine Einordnung des Krafttrainings in den therapeutisch-inhaltlichen Gesamtkontext zu ermöglichen.

Da mehrere Berufsgruppen im therapeutischen Team am Patienten arbeiten, ist eine enge inhaltliche und organisatorische Abstimmung sowohl der kurz- als auch der mittelfristigen Zielsetzungen, insbesondere mit den KollegInnen der Physio- und Ergotherapie, unabdingbar. Darüber hinaus sollen mit der vorliegenden Arbeit sowohl alle an der Rehabilitation beteiligten medizinischen Berufsgruppen als auch die Verantwortlichen in den Verwaltungsebenen angesprochen werden.

Für berufliche Neu- und Quereinsteiger in der Sporttherapie sollen die Standards im Leitfaden zur Orientierung im täglichen Arbeiten dienen. Mit dieser Arbeit wird daher ein erster Versuch unternommen, die Komplexität und Differenziertheit des Krafttrainings sowie seine Einordnung in die Gesamtzusammenhänge der Behandlung von Querschnittgelähmten unter den sich verändernden gesellschaftlichen Rahmenbedingungen zu verdeutlichen. Die „Standards zum Krafttraining bei Querschnittlähmung“ ermöglichen es, von einem einheitlichen Fundament aus zukünftige Fragen zu erörtern.

1.2 Geschichtliche Entwicklung

Der Beginn der modernen Querschnittrehabilitation ist datiert auf das Jahr 1944 und eng verbunden mit dem Namen Professor Dr. med. Sir Ludwig Guttmann. Sir Guttmann war bis 1933 Neurochirurg an der Universität Breslau, wo er bis März 1939 das jüdische Krankenhaus leitete. Mit dem Kriegseintritt Deutschlands emigrierte er nach England, um in Stoke Mandeville (Aylesbury) ein spezialisiertes Querschnittszentrum aufzubauen. Hier stieg er zum höchstausgezeichneten Arzt des Vereinigten Königreiches auf. Sir Guttmann setzte sein umfangreiches neurophysiologisches Wissen in praktische und wissenschaftliche Tätigkeit um. Er entwickelte die noch heute international anerkannten Grundlagen der modernen Behandlung Querschnittgelähmter. Die Lebenserwartungen und die Lebensqualität der Rückenmarkverletzten verbesserten sich dadurch deutlich. Sir Guttmann führte den Rollstuhlsport in die Therapie ein und entwickelte daraus den Wettkampfsport. Einer Sterblichkeit von 90% zu Beginn seiner Arbeit stand nach wenigen Jahren ein Überleben von 93% gegenüber.

Zur selben Zeit entstanden in den Vereinigten Staaten von Amerika ebenfalls spezielle Abteilungen, wie beispielsweise im Veteran Administration Hospital in Long Beach (California) unter der Leitung von Prof. Bors.

1953 fasste Guttmann erstmals seine Erfahrungen umfassend zusammen. Der Bericht rief in Deutschland nur vereinzelt Interesse hervor. (Guttmann, 1953, 422-516)

In Österreich hatte Georg Neubauer schon frühzeitig Guttmann in Stoke Mandeville aufgesucht. Er stellte im Rehabilitationszentrum Tobelbad bei Graz die Therapie auf die neuen Erkenntnisse um und verzeichnete damit gute Erfolge. Die Frischverletzten wurden zunächst in den Unfallkrankenhäusern behandelt und nach der Akut- und Frühphase – nach etwa 6 Wochen – zur „Rehabilitation“ nach Tobelbad überwiesen.

In Deutschland machten sich nach dem Krieg mit Förderung des Bundesarbeitsministeriums und des Weltfrontkämpfer-Verbandes drei Ärzte auf den Weg, um das Zentrum in Stoke Mandeville drei Monate zu besuchen. Wolfgang Kreuzsch übernahm die Prinzipien sofort für das frühere Reservelazarett Bad Pyrmont, das inzwischen in ein Versorgungs Krankenhaus umgewandelt wurde. Max Zuchhold und Karl-Ludwig Lemberg übernahmen das Konzept für die „Hohe Warte“ in Bayreuth.

Ebenfalls widmeten sich 1952 Heinrich Bürkle de la Camp im „Bergmannsheil“ Bochum und 1954 Gerhard Leimbach am Evangelischen Stift St. Martin in Koblenz der umfassenden Behandlung und Rehabilitation Querschnittgelähmter. In der Orthopädischen Universitätsklinik Heidelberg setzten sich zur selben Zeit Kurt Lindemann und später Wolfgang Heipertz sowie als internistischer Konsiliararzt Volker Paeslack für die Belange Querschnittverletzter ein.

Als Träger und damit Vorreiter dieser Einrichtungen gelten von Anbeginn die Landesverbände der gewerblichen Berufsgenossenschaften. Ende der 50er und Anfang der 60er Jahre wurden die Gedanken Guttmanns in den BG-Unfallkliniken Duisburg, Frankfurt, Murnau und Hamburg als erste aufgenommen.

Worin bestand das Neue, das Revolutionäre, was uns heute veranlasst, vom Beginn einer neuen Ära in der Behandlung Querschnittverletzter zu sprechen?

Das Behandlungskonzept von Guttmann und Bors unterschied sich bereits im Ansatz ganz wesentlich von denen der Vergangenheit. Erstmals fand eine systematische und problemorientierte Behandlung des Querschnittgelähmten statt. Sie verstanden die Behandlung der Querschnittverletzung als eine Vielzahl eng miteinander verflochtener Problemkreise und nicht auf einzelne Symptome begrenzte Therapien (Dekubitus- und Kontrakturprophylaxe, Situation der neurogenen Blasenlähmung, Funktionspotential der Hände bei Tetraplegie, Bewegungsmangelproblematik sowie die psychische Verarbeitung des Ereignisses).

Entscheidende Gründe der dramatischen Wende vom „hoffnungslosen, aufgegebenen Kranken zum Modellfall der Rehabilitation“ (F.-W. Meinecke, 1988) waren:

- die aktivere konservative und operative Erstversorgung der Wirbelsäulenverletzungen;
- die Anwendung allgemeiner unfall- und intensivmedizinischer Grundsätze auf die Schocktherapie und Begleitverletzungen;
- die Thrombose- und Stressblutungsprophylaxe;
- die konsequente Beachtung der Asepsis bei der urologischen Behandlung und frühzeitiges operatives Vorgehen bei Komplikationen;
- die Vermeidung von Druckgeschwüren;
- die hoch spezialisierte Pflege und sofortige intensive krankengymnastische und ergotherapeutische Behandlung unter Einschluss des klinischen Sports;
- die Frühmobilisierung bis hin zur frühest möglichen Rückgliederung in Familie, Gesellschaft, Beruf;
- die regelmäßige Nachsorge lebenslang durch die Spezialeinrichtungen;
- die Entwicklung und Bereitstellung hochwertiger Hilfsmittel, die eine individuell abgestimmte Versorgung ermöglichen; (nach Meinecke, 1988)

So entstanden spezialisierte Zentren (spinal units), in denen die Zusammenarbeit in einem multidisziplinären Team unter Beteiligung aller notwendigen Spezialisten mit dem Ziel erfolgte, krankheits- bzw. verletzungsbedingte Defizite durch sofortige Rehabilitation zu minimieren. Die Behandlung sollte vom Schadenseintritt bis zum Abschluss aller Maßnahmen unter einem Dach in einem Akutkrankenhaus mit vielen Spezialabteilungen erfolgen – getreu dem noch heute gültigen berufsgenossenschaftlichen

Motto: Alles in einer Hand, alles unter einem Dach. Das österreichische System der dezentralen Behandlung war in Deutschland zugunsten der umfassenden Rehabilitation in einer Klinik verlassen worden.

Von Anbeginn spielte die körperliche Aktivität und Ertüchtigung durch den Sport eine wesentliche Rolle im Therapiekonzept in nahezu allen neu entstandenen Zentren als ein gangbarer Weg zur Darstellung der eigenen Leistungsfähigkeit. Bereits 1960 nahm eine deutsche Gruppe zum ersten Mal an Sportwettkämpfen in Rom, dem Ort der Olympischen Spiele - als Vorläufer der heutigen Paralympics -, teil.

Die Berufsgenossenschaften richteten eigene Sportwettkämpfe ein, die 1967 erstmals in Duisburg stattfanden. Es entstanden aus diesem Erleben eigene Sportgruppen für Querschnittgelähmte, da der einzelne Rollstuhlfahrer in den bestehenden Versehrten Sportgemeinschaften keine rollstuhlgerechten Betätigungsmöglichkeiten vorfand. Diese Sportgruppen etablierten sich zuerst aus den Spezialabteilungen an den Unfallkliniken in Bochum, Duisburg, Frankfurt, Hamburg, Koblenz und Wildbad. Dort hatte der Sport bereits in den Therapieplänen Einzug gehalten.

Ein neues Selbstbewusstsein unter den Rollstuhlfahrern begann sich herauszubilden. Durch die zunehmende Ausweitung von Rollstuhlsportveranstaltungen förderten die Rollstuhlsportler ganz wesentlich die Fortentwicklung moderner Rollstühle und trugen mit Hilfe zunehmender Medienpräsenz auch zu einer Meinungs- und Verhaltensänderung der übrigen Bevölkerung bei. Es wuchs mit der Hochachtung vor der erbrachten sportlichen Leistung unbemerkt das Verständnis für die Leistungsfähigkeit behinderter Menschen.

Zu Beginn der 60er Jahre hatte sich die Überlebenschance der Tetraplegiker grundlegend verbessert. Damit kam eine neue soziale Problematik zum Tragen. Der personelle Aufwand in der Erstbehandlung wurde umfangreicher, zu den Pflegekräften und Krankengymnasten kamen die Ergotherapeuten mit neuen funktionellen Therapien.

Die Rehabilitation orthopädisch-traumatologischer und etwas später auch rückenmarkverletzter Patienten nutzte zunehmend die trainingswissenschaftlichen Erkenntnisse, die Mitte der 80er Jahre aus den Bedürfnissen des Leistungssports heraus entwickelt wurden.

Der „Klinische Sport“ existierte in einigen Zentren bereits in den 70er Jahren, jedoch ohne das heute vielerorts vorherrschende Fachpersonal. Bis Ende der 80er Jahre stand in der Phase der Rehabilitation Querschnittverletzter somit zumeist nur die krankengymnastische und ergotherapeutische Behandlung zur Verfügung. Es mangelte in dieser Zeit sowohl an trainingswissenschaftlicher Ausbildung als auch zumeist geeigneter materieller und gerätetechnischer Ausstattung in den Zentren.

Das Krafttraining bestand aus kräftigender Bettgymnastik mit Kurzhanteln und Therabändern, physiotherapeutischen Mattenprogrammen, unspezifischem Krafttraining in Hockergruppen bzw. ersten zaghaften Ansätzen des Trainings mit Zusatzgewichten.

Ausgelöst durch die Nachfrage im Leistungssport entstand in den sportwissenschaftlichen Studiengängen in Deutschland die Spezialisierung in Prävention und Rehabilitation. Einhergehend mit dieser Entwicklung bestand eine weitere Neuheit in zunehmendem Einsatz von Trainingsgeräten, die anfänglich aus dem Fitnessstudiobereich übernommen und auf die speziellen Bedürfnisse der Rehabilitation hin adaptiert wurden.

So wurden u. a. gezielt Trainingsgeräte mit Exzenter konstruiert, eine Feinabstufung der Gewichte vorgenommen und passive Bewegungsbegrenzer in die Geräte eingebaut. Parallel zu dieser Entwicklung kamen neue Geräte auf den Markt, wie die isokinetischen Diagnose- und Trainingsgeräte.

Die Kombination von gerätgestütztem Training und sporttherapeutischen Maßnahmen bildete den Beginn einer zielgerichteten und effektiveren Behandlung im interdisziplinären Team.

Die Bedeutung des Krafttrainings in der Sporttherapie der ausgehenden 80er Jahre wuchs sukzessive im deutschsprachigen Raum und ist in den letzten Jahren als deutlicher Trend in beinahe allen Rehabilitationseinrichtungen erkennbar.

Auch in Österreich und der Schweiz sind die Zeiträume und Inhalte des Beginns von regelmäßigem Krafttraining etwa gleich datiert.

Zum heutigen Zeitpunkt arbeiten 24 deutsche, 3 schweizerische, 3 österreichische und 2 holländische Querschnittszentren und -kliniken im deutschsprachigen Raum an der Behandlung und Rehabilitation von Patienten mit Querschnittsymptomatik, die in der „Deutschsprachigen Medizinischen Gesellschaft für Paraplegie“ zu ausgewählten multidisziplinären Fragestellungen eng miteinander kooperieren.

1.3 Sporttherapeutische Ziele des Krafttrainings

Übergeordnetes Ziel des therapeutischen Krafttrainings ist es, die Patienten beginnend mit der post-akuten Phase je nach verbliebenen Restfunktionen soweit aufzutrainieren, dass sie in die Lage versetzt werden, nach Entlassung aus der Klinik ein nach ihren Möglichkeiten weitestgehend **selbständiges** und **selbstbestimmtes Leben** zu führen.

Darüber hinaus erfüllt das Krafttraining eine vorbereitende und unterstützende Funktion bei der **Bewältigung weiterführender Therapien im motorisch-funktionellen Bereich** (Basisgröße). In dem Zusammenhang sei auf die Thematik der *Lokomotion* hingewiesen. Durch Anwendung geeigneter Therapien kann das verletzte Rückenmark lernen, den durch die Querschnittverletzung teilweise oder komplett fehlenden supraspinalen Einfluss und der damit verbundenen durcheinander geratenen Steuerung von Stehen und Gehen, unter den jetzigen Bedingungen seine ursprünglichen Funktionen in seiner Komplexität wieder richtig auszuführen.

Freude und Motivation am Krafttraining schaffen die mittel- und langfristigen Voraussetzungen für die weitere **Steigerung der Stimmung** und **des Wohlbefindens** (Buskies, 1999) und somit auch eine **Erhöhung des Selbstbewusstseins** (Brown & Harrison, 1986), eine **Verbesserung der Körperwahrnehmung** (Garbe, 1987) sowie der gesamten **Lebensqualität**.

Kontinuierliches und systematisches Krafttraining führt zu einer **positiven Beeinflussung** der **Belastungsverträglichkeit** und besitzt einen hohen Stellenwert zum Erhalt und zur **Verbesserung der Leistungsfähigkeit** sowie der **Belastbarkeit des Haltungs- und Bewegungsapparates**. (Boeckh-Behrens & Buskies, 2001)

Ein regelmäßig durchgeführtes Krafttraining dient der **dauerhaften Prävention von Osteoporose, Rückenbeschwerden und arthrotischen Veränderungen** sowie dem **Ausgleich individueller physischer Defizite**.

Es verringert Beschwerden und funktionelle Einschränkungen am Bewegungsapparat und kompensiert muskuläre Dysbalancen. (Stone, 1994)

Der Patient erhält die Voraussetzungen, eigene Zielvorstellungen (z. B. Transfervarianten) schneller und effektiver zu realisieren.

Es dient der **Stabilisierung des passiven Bewegungsapparates** – Erhöhung der Festigkeit und Belastbarkeit von ossären, ligamentären und kapsulären Strukturen. (Grimby, 1994)

Über dies werden dem Krafttraining in Abhängigkeit des Trainingsprogramms **Schutzeffekte für das Herz-Kreislauf-System** zugeschrieben, wie Senkung der Ruheherzfrequenz und positive Effekte auf den Blutfettspiegel. (Stone, Fleck, Kraemer & Triplett, 1991)

Kurz- und mittelfristig ist eine **Beschleunigung des Rehabilitationsverlaufes** nach Verletzungen oder operativen Eingriffen zu verzeichnen.

Gute Kraftfähigkeiten bilden darüber hinaus eine entscheidende Grundlage für den **Leistungsnachweis** bzw. für die **Leistungsoptimierung** in den meisten zu erlernenden oder wiederbetriebenen Sportarten (Schwimmen, Tischtennis, Tennis, Bogenschießen, Basketball, Rollstuhlrugby usw.).

Freude und **Erfolge** beim Krafttraining in der Klinik können dazu beitragen, dass der Patient auch in seinem sozialen Umfeld das Krafttraining weiterführt.

2.1 Zum Begriff Kraft

Die Begriffe *Kraft* und *Krafttraining* spielen zwar bei allen sportlichen Abläufen eine mehr oder weniger entscheidende Rolle, dennoch existiert bislang keine umfassende und allgemeingültige Definition für die Fähigkeit „*Kraft*“.

Der Begriff „*Kraft*“ im sportlichen Kontext wird synonym für die unterschiedlichsten Erscheinungsformen und Sichtweisen verwandt. Auch treten Schwierigkeiten in der Abgrenzung zu den anderen konditionellen Fähigkeiten *Ausdauer* und *Schnelligkeit* auf, da jedwede Bewegung durch ein gewisses Maß an Kraftfähigkeit mitbestimmt wird. (Letzelter & Letzelter, 1993) Eine Abgrenzung ist hier nur über das Maß der eingesetzten Kraft möglich. (Martin, Carl & Lehnertz, 1993)

Woraus ergeben sich die Probleme für eine exakte Bestimmung des Begriffs „Kraft“ im Sport?

Ein Grund hierfür sind u.a. die verschiedenen Betrachtungsweisen, mit denen sich die Sportwissenschaft versucht, diesem Begriff zu nähern. So kann „*Kraft*“ aus physikalisch-mathematischer, biomechanischer, medizinisch-neurologischer, psychologischer oder eben auch trainingswissenschaftlicher Sicht erläutert werden.

In unterschiedlich starker Ausprägung werden im Sport beinahe alle Betrachtungsweisen berührt. Sowohl die biomechanisch - physikalischen Gesetzmäßigkeiten, als auch die Motivation oder die biologischen Adaptionen bzw. wechselnde Verknüpfungen (Kraftzunahme aufgrund biologischer Adaptionen oder motivationaler Prozesse nach speziellem Training) - der Einfluss auf das Erscheinungsbild, die Ausprägung und die Größe der Kraft ist bei all diesen Faktoren mehr oder minder groß, was eine Einordnung erschwert.

Beschränken wir uns bei der Definition der „*Kraft*“ auf rein trainingswissenschaftliche Aspekte, die sich mit den Auswirkungen der Kraft in der sportlichen Bewegung sowie seiner trainingsbedingten Anpassungen befasst, lassen sich immer noch achtzehn verschiedene begriffliche Formulierungen zur motorischen Fähigkeit „*Kraft*“ finden, wie Wedekind (1985) herausfand und beschrieb.

Die Mehrzahl der Autoren systematisieren nach biologisch - motorischen und physikalischen Kriterien. Im Weiteren kategorisieren sie nach dynamisch oder statischer Arbeitsweise, der Erscheinungsform (Maximalkraft, Schnellkraft usw.) oder nach beanspruchten Muskelgruppen (allgemeine bzw. spezielle Kraft).

Exemplarisch sei in diesem Zusammenhang die Definition von Letzelter & Letzelter (1993) aufgeführt, nach der die Kraft eine Fähigkeit ist, „*die sich in der durch neurologisch-biochemische Prozesse entstehenden Muskelspannung äußert, mittels der das denkende und fühlende Individuum auf der Grundlage biomechanischer Gesetze willentlich eine Masse (den eigenen Körper, den Gegner, ein Gerät), also einen Widerstand überwinden oder ihm durch Muskelarbeit entgegenwirken kann.*“

2.2 Erscheinungsformen der Kraft

Aus trainingsmethodischer Sicht werden allgemein 3 Erscheinungsformen hinsichtlich der Intensität und Dauer der eingesetzten Kraft untergliedert, die nicht unabhängig voneinander stehen und nicht gleichrangig einzuordnen sind. Die *Maximalkraft* gilt allgemein als die Basisfähigkeit.

Für die praktische Arbeit in der Klinik, das Krafttraining mit Querschnittspatienten, sind vor allem die Entwicklung der *Maximalkraft* (Bewegungsübergänge; Transfers) und der *Kraftausdauer* (Lokomotorik; Ökonomisierung der Bewegungsvorgänge) von zentraler Bedeutung.

Maximalkraft ist definiert als die Fähigkeit, höchstmögliche Kraft zu entwickeln, die das Nerv-Muskelsystem bei maximal willkürlicher Kontraktion auszuüben vermag. (Martin et al., 1993)

Sie setzt sich zusammen aus dem Muskelfaserquerschnitt und einer ausgeprägten intramuskulären Koordination.

Kraftausdauer ist „*die Fähigkeit des neuromuskulären Systems, eine möglichst hohe Impulssumme (Kraftstoßsumme) in einer gegebenen Zeit gegen höhere Lasten zu produzieren.*“ (Güllich & Schmidtbleicher, 1999)

2. Vorausgehende Bemerkungen zum Krafttraining

Sie setzt sich damit aus zwei Komponenten zusammen: a) Größe der Einzelkraftstöße und b) Fähigkeit, die Reduktion der Kraftstöße so gering wie möglich zu halten. Sie ist abhängig von der Maximalkraft und der Ausdauer.

Weitere Erscheinungsformen sind die **Schnellkraft**, die ebenfalls durch die Maximalkraft stark beeinflusst wird. Schmidtbleicher (1987) definiert sie als die Fähigkeit des neuromuskulären Systems, „einen möglichst großen Impuls in der zur Verfügung stehenden Zeit zu produzieren“.

Einige Autoren (Grosser; Ehlenz), siehe auch Abb.1, benennen noch weitere Erscheinungsformen, wie die **Reaktivkraft** als exzentrisch(nachgebende)-konzentrische (überwindende) Schnellkraft (Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus) und die **Explosivkraft** als die Fähigkeit, zu Beginn der Belastung einen steilen Kraftanstieg zu erreichen.

Bei Personen mit niedrigem Ausgangsniveau können die verschiedenen Formen nebeneinander entwickelt werden.

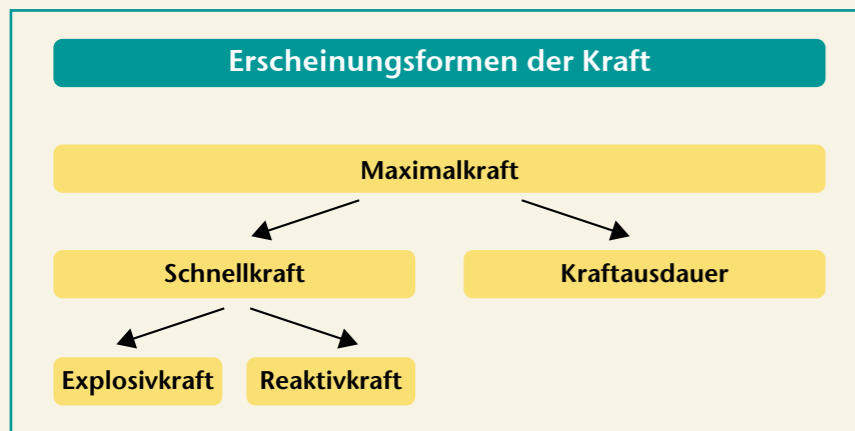


Abb.1 Erscheinungsformen der Kraft in ihrem Beziehungsgefüge

3. Training

Bevor es zur inhaltlichen Auseinandersetzung zu o. g. Thema kommt, sei voranstellend auf die Differenzierung zu den Begrifflichkeiten „Sportliches Üben“ und „Sportmotorisches Lernen“ verwiesen, die oftmals synonym verwandt werden – jedoch klar abgegrenzt gehören.



Abb. 2 Sportliches Training im Kontext zu sportlichem Üben

Harre (1986) beschreibt das sportliche Training als „die systematische Wiederholung gezielter überschweelliger Muskelanspannungen mit morphologischen und funktionellen Anpassungserscheinungen zum Zwecke der Leistungssteigerung“ und ergänzt 1997 selbst als „... komplexe planmäßige und sachorientierte Einwirkung auf die sportliche Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft durch Trainingstätigkeit des Sportlers und Führungs- und Lenkungsmaßnahmen von Trainern mit dem Ziel, die Leistungsfähigkeit zu steigern bzw. zu stabilisieren. Merkmale des sportlichen Trainings sind ... Zielgerichtetheit, ... Planmäßigkeit und Systematik. Realisiert wird es durch Trainingsübungen, die auf Wissenschaftlichkeit beruhen.“ (Schnabel, Harre & Borde, 1997)

Die Qualität des Trainings hinterlässt dabei bestimmte Trainingswirkungen, d. h. ein spezifisches Training ruft stets auch spezielle Wirkungen auf den Organismus hervor. (Grosser, Starischka, Zimmermann & Zintl, 1993)

„Zusammenfassend ist sportliches Training ein Verfahren zur Optimierung, Maximierung und Stabilisierung des psychophysischen Leistungszustandes, in dem Trainingsinhalte nach angemessenen Trainingsmethoden, welche nach den Prinzipien des sportlichen Trainings angeordnet und auf vorgegebene Trainingsziele ausgerichtet sind, ausgeführt werden. ... Was wird trainiert? ... Womit wird trainiert? ... Wie wird trainiert?“ (Letzelter, 1992)

Training in der Rehabilitation und im Behindertensport ist ebenso ein komplexer Prozess. Er unterscheidet sich nicht grundsätzlich vom Vorgang des Trainings in anderen Bereichen, sondern beruht auf den gleichen *Prinzipien*. Allerdings erfolgt das Training unter Berücksichtigung der besonderen körperlichen und psychophysischen Situation der Betroffenen. (Hollmann, 1990)

3.1 Trainingsprinzipien

Entscheidende Voraussetzungen für das Erreichen notwendiger Ziele im Krafttraining sind neben der geeigneten Übungsauswahl und der Umsetzung im Training, eine optimale Belastungsgestaltung. Dahinter verbergen sich praktisch orientierte Grundsätze und Maßnahmen (*Trainingsprinzipien*), die in Form von allgemeinen Gesetzmäßigkeiten in der Trainingspraxis individuell umzusetzen sind. Die nachfolgend aufgeführten *Prinzipien* für eine optimale Belastungsgestaltung sollen grundsätzliche Empfehlungen für die Trainingspraxis darstellen. Es werden nicht alle in der Trainingswissenschaft bekannten Prinzipien, sondern ausschließlich die für das Krafttraining mit Rückenmarkverletzten relevanten, erläutert.

Prinzip der Individualisierung

Die Beachtung der individuellen Besonderheiten bei Querschnittlähmung ist eines der wichtigsten Grundprinzipien für eine optimale Belastungsgestaltung. Auf Grund des unterschiedlichen Ausmaßes an Defiziten und damit einhergehender Heterogenität der Patientenklientel, müssen folgende Kriterien einer besonderen Aufmerksamkeit unterzogen werden:

- Individuell differenzierte Adaptationen und Entwicklungsverläufe, die auf festgelegten Genstrukturen basieren;
- Geschlechtsspezifika (siehe auch Kapitel 7.1);
- Körpertyp (mesomorph; endomorph; ectomorph);
- Individuell differenzierte morphologische Entwicklungen der Muskulatur;
- Fehlende oder eingeschränkte Stoffwechsellanpassungen;
- Biologisches und Trainingsalter (siehe auch Kapitel 7.2);
- Trainingsmotivation – Leistungsbereitschaft (Psych. Komponenten);
- Pharmaka (Dosierung, Kumulation; Nebenwirkungen); (siehe auch Kapitel 7.7) (nach Hartmann & Tünnemann, 1990 und Boeckh-Behrens & Buskies, 2001)

Prinzip der biologischen Anpassung (Superkompensation)

Der als gesetzmäßig erkannte Zusammenhang zwischen Leistungssteigerung und erhöhter Leistungsabgabe beruht auf der Fähigkeit zur biologischen Anpassung. (Hartmann & Tünnemann, 1990) Das bedeutet, dass auf den Organismus wirkende Trainingsreize Störungen in der Homöostase (biologisch-dynamisches Gleichgewicht) hervorrufen, die Anpassungen in den beanspruchten Strukturen (Muskulatur, Bänder, Sehnen, Knochen usw.) bewirken. Auf darauf folgende Belastungsanforderungen reagiert der Organismus mit einem erhöhten Leistungsniveau über den Ausgangswert hinaus (höheres Struktur- und Funktionsniveau). Dieser Prozess der trainingsbedingten Belastungsabforderung und leistungssteigernder Anpassungsreaktion verläuft nicht linear.

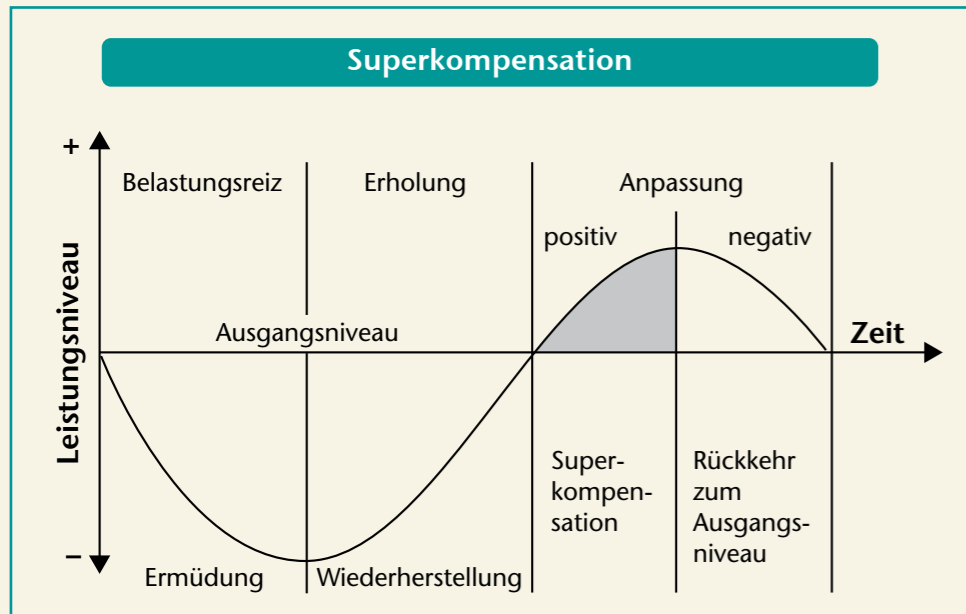


Abb. 3 Modell der Superkompensation – Verlauf der Belastungs- und Anpassungsreaktionen

Das Prinzip der Superkompensation ist ein konstruiertes Denkmodell zur Veranschaulichung konditioneller Anpassungsprozesse. Neuronale Adaptationen bleiben hierbei unbeachtet. (Boeckh-Behrens & Buskies, 2001) Die Anpassung an einen Belastungsreiz erfolgt äußerst zielgerichtet, d.h. eine spezielle Art der Belastung zieht eine ganz spezifische und individuelle Anpassungsreaktion nach sich. Sie sind abhängig von mehreren Faktoren, wie z. B. genetischen Voraussetzungen, Alter, Geschlecht und Trainingszustand.

Anpassungsvorgänge sind auch nicht grenzenlos ausprägen (limitiert durch genetische Inzidenz). Für die Planung und Steuerung des Trainings ist der differenzierte zeitliche Verlauf der Wiederherstellung einzelner Teilsysteme zu beachten.

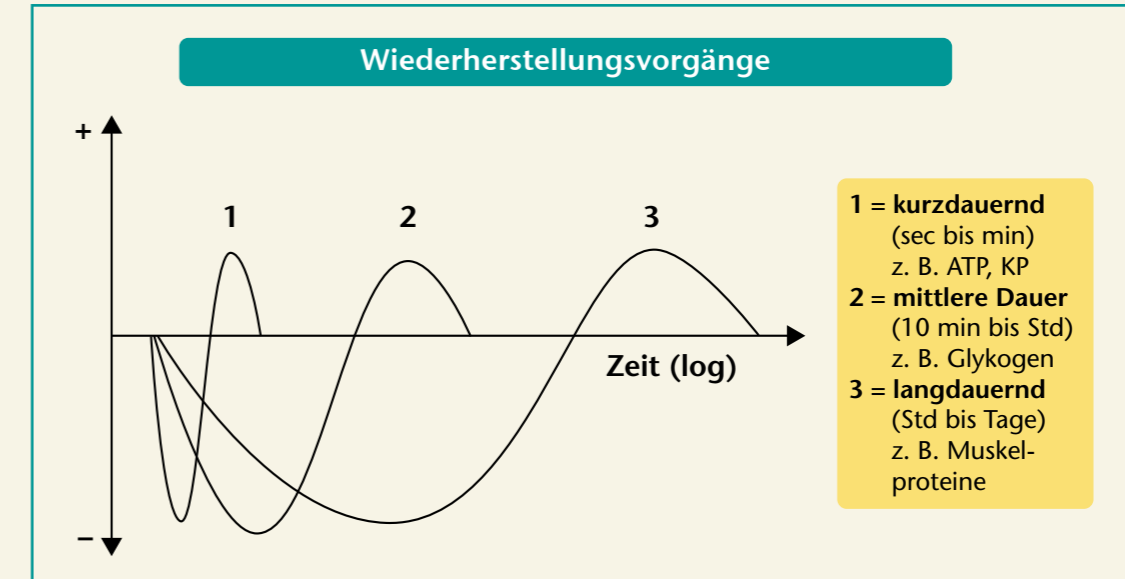


Abb. 4 Unterschiedlicher Verlauf von Erholung und Superkompensation (nach Blum/Friedmann 1990, 7; Findeisen 1980, 212)

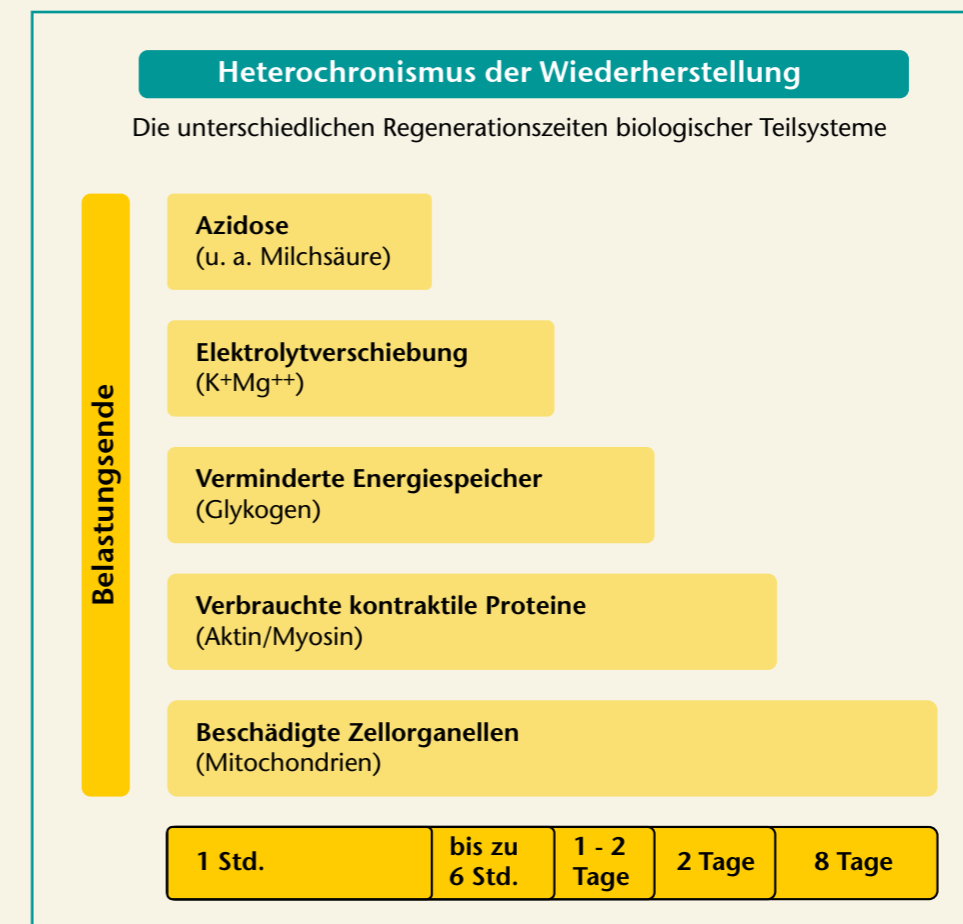


Abb.5 Heterochronismus der Wiederherstellung (Weineck, 1994, 35)

Prinzip der optimalen Relation von Belastung und Erholung

Im Krafttraining der in diesem Leitfaden beschriebenen Klientel hängt das Belastungs- und Erholungsregime von vielen individuellen Faktoren ab, wie Art und Ausmaß von Verletzung / Krankheit, Trainings- / Mobilisierungszustand, Vorerfahrungen, Belastbarkeit usw. sowie vom Einsatz der verwandten Methoden.

Die hierbei auftretenden Wirkmechanismen spielen sowohl innerhalb der Trainingseinheit zwischen einzelnen Übungen als auch zwischen den verschiedenen Trainingsstunden eine Rolle.

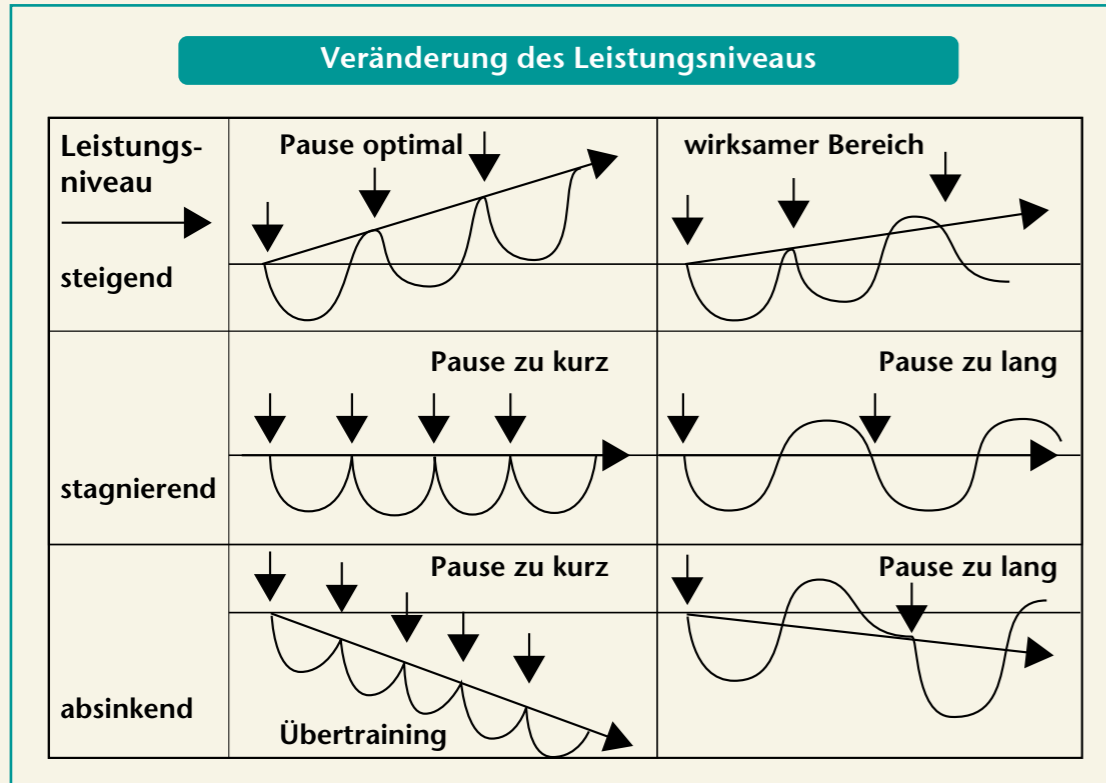


Abb. 6 Veränderung des Leistungsniveaus in Abhängigkeit von der Pausenlänge (nach Blum/Friedmann 1990, 13)

Eine optimale Leistungssteigerung kann nur erreicht werden, wenn wiederholte Belastungen (Trainingsreize) zum Zeitpunkt der höchsten Superkompensation einsetzen. Da in der Rehabilitation meist veränderte bzw. verlangsamte Regenerationsprozesse zu erwarten sind, ist die Abstimmung der aufeinander folgenden Trainingsreize besonders zu berücksichtigen.

Prinzip der progressiven Belastungsgestaltung

Eine Zunahme des Leistungsniveaus setzt eine weitere Belastungssteigerung voraus. Die Art und Weise der Belastungserhöhung richtet sich nach der funktionell-therapeutischen Zielrichtung und nach dem bereits erzielten Leistungsstand (individuelle Belastbarkeit). Für erstmobilisierte Patienten ist die komplexe Entwicklung von Kraftfähigkeiten zu empfehlen, die das Beherrschen von Grundtechniken des Krafttrainings fördert und gleichzeitig eine wichtige Voraussetzung für das nachfolgende Muskelaufbautraining bildet. Es gilt der Grundsatz der kontinuierlichen und allmählichen Belastungssteigerung, um Fehlbelastungen in den verschiedenen Strukturen des Bewegungsapparates vorzubeugen. (Boeckh-Behrens & Buskies, 2001)

Die in der Therapie und/oder Rehabilitation zu realisierende Belastungssteigerung sollte methodisch folgendermaßen aussehen: (Siehe Kapitel 4.3. „Stufenmodell“)

1. Erhöhung der Trainingshäufigkeit (Patienten bis zu 3 mal/Wo.)
2. Erhöhung des Trainingsumfangs, z. B. durch eine erhöhte Anzahl von Sätzen

3. Erhöhung der Reizintensität

4. Verkürzung der Pausen

Die genannte Reihenfolge ist aus dem Grunde einzuhalten, weil eine Intensitätssteigerung erst nach verbesserter Belastungsverträglichkeit erfolgen darf, wofür eine Erhöhung der Häufigkeit und des Umfangs die Voraussetzungen darstellen.

Neben den Prinzipien der neurophysiologischen Anpassungen sollen in der Therapie aber auch didaktische Prinzipien wie Anschaulichkeit, Bewusstheit und Selbständigkeit als steuernde Elemente eingesetzt werden, auch wenn sie hier nicht weiter aufgeführt und erläutert werden. (Hollmann & Hettinger, 1980)

3.2 Trainingssteuerung

3.2.1 Belastungsfaktoren

Für die Belastungsgestaltung spielen die Belastungsfaktoren eine wichtige Rolle. Sie bestimmen die Größe der Trainingsbelastung und die spezifischen Anpassungserscheinungen im Trainingsprozess. (Hollmann, 1990)

Die Belastungsfaktoren sind komplexe Wirkungsgrößen, mit deren Hilfe, Belastungsanforderungen objektiv und nach den Erfordernissen des Patienten gesteuert werden können. (Kosel & Froböse, 1999) Belastungsnormative für das Krafttraining sind die Trainingshäufigkeit, Reiz- und Trainingsdauer, Trainingsumfang, Reizintensität und die Reizdichte.

Begriffserklärungen:

Die Trainingsbelastung umfasst die Art und Größe der Einwirkungen durch die Belastungsfaktoren. (Ehlenz, Grosser, Zimmermann & Zintl, 1995)

Trainingshäufigkeit

Die Trainingshäufigkeit gibt die Anzahl der wöchentlichen Trainingseinheiten an. Zu bedenken sind die umfangreichen Therapiepläne der Patienten. Neben sporttherapeutischen Trainingseinheiten kommen physiotherapeutische, ergotherapeutische und pflegerische hinzu. (Hollmann, 1990; Brendenkamp & Hamm, 2001)

Reizdauer

Die Reizdauer umfasst die Zeit innerhalb einer Serie während durchgeführter Wiederholungen.

Trainingsdauer

Unter Trainingsdauer verbirgt sich die Zeit einer kompletten Trainingseinheit, die bei Patienten zwischen 45 und 90 min. betragen sollte.

Reizintensität

Die Reizintensität, auch Trainingsintensität genannt, gibt die prozentuale Leistung gemessen an der Maximalleistung des Patienten bei einer Übungsausführung an. Sie ist abhängig von der Trainingsart bzw. Trainingsstufe.

Reizdichte

Reizdichte bedeutet die zeitliche Abfolge der nacheinander wirkenden Reize.

Trainingsumfang

Der Trainingsumfang ergibt sich aus der Dauer der Wiederholungszahl aller Belastungen sowie der Intensität einer Trainingseinheit.

3.2.2 Methodisches Vorgehen, Organisationsformen, Trainingsdokumentation

Für die Gestaltung eines effektiven und erfolgreichen Krafttrainings bedarf es der richtigen Anwendung der Trainingsarten, -methoden, -mittel sowie allgemeiner und spezifischer Trainingsprinzipien unter Berücksichtigung trainingswissenschaftlicher Gesetzmäßigkeiten. (Boeckh-Behrens & Buskies, 2000; Bredenkamp & Hamm 2001; Kraft, 1997)

Die gesamte Trainingssteuerung wird nach wissenschaftlichen Erkenntnissen gesteuert und geregelt. Sie umfasst die gezielte Abstimmung aller Maßnahmen des Trainings, um das mit dem Patienten angestrebte Ziel schnellst möglich zu erreichen.

Dabei spielen Planung, Durchführung, Kontrolle, Auswertung und Korrekturen eine wichtige Rolle. Für ein optimales Ergebnis werden alle Trainingsmaßnahmen den Erfordernissen des Therapiezieles angepasst.

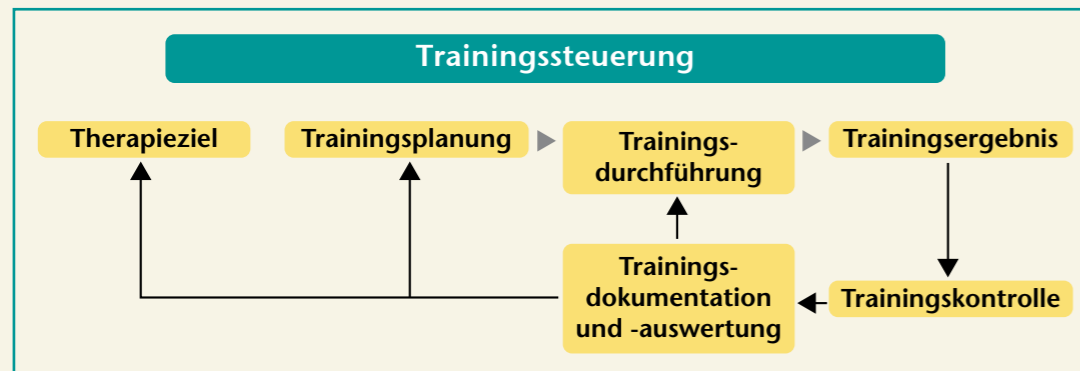


Abb. 7 Trainingssteuerung (In Anlehnung an Grosser, Brüggemann & Zintl (1986))

Das methodische Vorgehen bei der Realisierung des Krafttrainings mit Patienten beginnt mit der Verordnung zum Krafttraining im Rahmen der medizinischen Trainingstherapie MTT und dem Erhalt sämtlicher therapierelevanter Informationen aus dem behandelnden Team und vom Patienten selbst. Es folgt eine Situationsanalyse, die Zielsetzung und Trainingsplanung, die praktische Durchführung des Krafttrainings, die Kontrolle, die Dokumentation und Auswertung und eventuell daraus folgend eine Modifizierung des Trainings. (Bredenkamp & Hamm, 2001; Hollmann 1990)

Situationsanalyse

Die Grundlage für die Zielsetzung und Planung des Trainings stellt eine Situationsanalyse dar. Die Situationsanalyse ist eine momentane Einschätzung und Beurteilung der psychophysischen Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit des Patienten aufgrund seiner Diagnose, Indikationsstellung und sämtlicher weiterer Informationen, die über den Patienten bekannt sind.

Zielsetzung und Planung

Bei der Zielsetzung und Trainingsplanung stehen die Bedürfnisse des Patienten im Vordergrund. Die Ziele müssen dabei realistisch formuliert werden. (Hollmann & Hettinger, 1980)

Erfahrungsgemäß entwickeln die Patienten mit denen die Zielsetzung abgesprochen wird eine höhere Compliance als Patienten bei denen diese Absprachen nicht erfolgen. Die Ziele ergeben sich aus den zu erwartenden funktionellen Bewegungsabläufen die für die Alltagssituation des Patienten relevant sind. Die vorhandenen Restfunktionen der Muskulatur, das allgemeine Ausgangsniveau und die aktuelle Belastbarkeit bestimmen ebenso die Trainingsziele.

Trainingsdurchführung

Bei der Gestaltung des Trainingsprogramms kommt es darauf an, die individuell geeigneten Übungen für den Patienten auszuwählen. (Froböse & Nellesen, 1998; Hollmann, 1986) Methodisch sollen zunächst geführte Bewegungen an den Geräten, anschließend Übungen am Zugapparat und schließlich Übungen mit freien Hanteln ausgewählt werden. Gerade beim Krafttraining von Ungeübten ist die Anzahl an Freiheitsgraden (Bewegungsfreiheit der Trainingsmittel) zu beachten. Zu frühes Trainieren

mit freien Hanteln kann gerade auch bei höheren Querschnittlähmungen zu Fehlhaltungen oder Ausgleichsbewegungen führen, die nicht erwünscht sind.

Trainingskontrolle

Die Qualität eines Krafttrainings wird nicht ausschließlich nach der richtig bemessenen Belastungsintensität beurteilt, sondern berücksichtigt ebenfalls die korrekte Übungsdurchführung. So ist zum Beispiel die Muskelspannung während der Übungen aufrecht zu erhalten (continuous tension) und die Pressatmung zu vermeiden. (Boeckh-Behrens & Buskies, 2000; Letzelter 1979)

Die Bewegungsabläufe sollten zunächst vom Therapeuten beobachtet und gegebenenfalls korrigiert werden, damit der Patient diese anschließend selbständig kontrolliert durchführen kann. Während des Trainings können zur visuellen Eigenkontrolle Spiegel eingesetzt werden.

Dokumentation

Wird das Training im Trainingsplan oder als Trainingstagebuch dokumentiert, können Therapeut und Patient den Trainingsprozess nachvollziehen. Die dokumentierten Trainingsfortschritte können den Patienten zusätzlich motivieren. Ebenso können auch Trainingsrückschritte oder Stagnationen bemerkt und diskutiert werden. Daher ist der dokumentierte Trainingsplan für den Patienten und Therapeuten bei der Durchführung und weiteren Planung des Trainings ein Steuerungsinstrument. (Boeckh-Behrens & Buskies, 2000; Hollmann & Hettinger; 1980; Meier 1997)

Kraft-Trainingsplan

Name des Patienten: _____

Gerät/Übung:	Testdatum	Testdatum	Testdatum
Maximalkraft-Test (100%) in kg			
Subjektives Belastungsempfinden: leicht – mittel – schwer			
Trainingsintensität in kg			
Wiederholungen			
Pausendauer in min			
Anzahl der Serien			
Training absolviert am:			

Abb. 8 Beispiel für einen Krafttrainingsplan

Auswertung und eventuelle Modifikation des Trainings

Der Therapeut dokumentiert die Trainingsdurchführung, analysiert die Daten, wertet alle Informationen des Krafttrainings aus und lässt sie in einen neuen oder modifizierten Trainingsplan einfließen. Unter Umständen muss das Therapieziel neu formuliert werden. (Hollmann & Hettinger, 1980)

Organisationsformen

Im Wesentlichen gibt es zwei Organisationsformen für das Krafttraining: das Zirkeltraining und das Stationstraining.

Im Klinikalltag hat sich das Stationstraining aus praktischen Gründen durchgesetzt. Hierbei beendet der Patient alle Serien einer Übung, bevor er die Station wechselt. Dabei müssen die Geräte jeweils nur einmal ein- und umgestellt werden. Bei einer großen Patientenzahl können auch 2 oder 3 Patienten an demselben Gerät trainieren. Während der Pausenzeiten zwischen den Sätzen erfolgt der Wechsel am jeweiligen Gerät.

3.3 Aufbau einer Trainingseinheit unter methodisch-didaktischem Aspekt

Eine Trainingsstunde gliedert sich im Allgemeinen in drei Abschnitte: *das Aufwärmen, den Hauptteil und das Abwärmen.*

Aufwärmen

Unter Aufwärmen werden alle Maßnahmen zusammengefasst, die der Herstellung eines optimalen psychophysischen und koordinativ - kinästhetischen Vorbereitungsstatus sowie der Verletzungsprophylaxe vor einer sportlichen Belastung dienen. Das allgemeine und spezielle Aufwärmen steht zu Beginn einer jeden Trainingseinheit und dient der Vorbereitung auf die Trainingsinhalte. Bei der Auswahl der Aufwärmübungen ist zu berücksichtigen, welche Inhalte in der vorhergehenden Behandlung stattgefunden haben. Sind in der Ergo-, Physio-, Sporttherapie oder einer anderen Therapie schon mobilisierende, anbahnende und kreislauffördernde Bewegungsübungen absolviert worden, so kann im Krafttraining darauf aufgebaut oder sofort ins spezielle Aufwärmen übergegangen werden. (Weineck, 1996)

Richtiges Aufwärmen

- **...wird langsam gesteigert**
Ein gutes Aufwärmen ist durch eine langsam gesteigerte Belastungsintensität gekennzeichnet, da es sonst zu einer Übersäuerung in der Muskulatur kommen kann. Aufwärmen soll aktivieren und nicht ermüden.
- **...ist ein Muss**
Muskulatur, die in ihrer neuromuskulären Ansteuerung verändert ist, muss gut auf Trainingsbelastungen vorbereitet werden, damit Verletzungen und Überlastungen vermieden werden.
- **...schafft Motivation**
Aufwärmen sollte Spaß machen, Raum für individuelle Bewegungsübungen lassen und eine körperliche Vorbereitung für den Hauptteil der Trainingsstunde sein.

Abb. 9 Richtiges Aufwärmen (verändert nach Rölver, 2004, S.8)

Das allgemeine Aufwärmen dient der Erwärmung und Vorbereitung des Gesamtorganismus auf kommende Belastungen. Eine Herz-Kreislaufaktivierung wird erzielt, wenn mehr als ein Drittel der Gesamtmuskelmasse erfasst wird.

Nach dem allgemeinen erfolgt das spezielle Aufwärmen. Es dient der gezielten Vorbereitung auf die Anforderungen einer bestimmten Sportart, Technik oder Disziplin. Grundsätzlich ist beim speziellen Aufwärmen darauf zu achten, dass mobilisierende und anbahnende Übungen für die nachfolgend beanspruchten Strukturen ausgeführt werden, damit Verletzungen vorgebeugt und die Arbeitsmuskulatur optimal vorgedehnt wird. Die Muskulatur sollte in der Vorbereitung auf das Training nicht zu lange und zu oft gedehnt werden, da sonst die notwendige Muskelgrundspannung verloren geht. Das Aufwärmen ist umso wichtiger, je weniger sich der Trainierende zuvor bewegt hat. (Rölver, 2004, 7)

Wirkungen des Aufwärmens

- Bessere Leistungsfähigkeit und -bereitschaft durch Verbesserung der Energie- und Sauerstoffversorgung
- Steigerung der Körpertemperatur/Optimum 39 °C
- Vorbereitung der Kapseln, Bänder und Sehnen auf mechanische Belastung
- Verbesserung von Elastizität und Viskosität der Muskulatur
- Verbesserte Reaktionsfähigkeit und Koordination durch schnellere Nervenleitgeschwindigkeit
- Steigerung der Motivation und geistig-seelische Einstimmung

Abb. 10 Wirkungen des Aufwärmens (Freiwald, 1989, S.43)

Einflussfaktoren

Das Aufwärmen steht in enger Wechselbeziehung zu verschiedenen endogenen und exogenen Faktoren. (Weineck, 1996, 649-651)

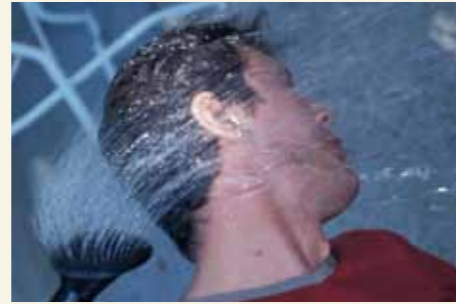
Endogene Faktoren

- **Aufwärmen und Alter**
Die Aufwärmdauer und -intensität wird dem Alter angepasst. Je älter der Trainierende ist, umso länger hat das Aufwärmen zu erfolgen, da die Verletzungsgefahr aufgrund der geringeren Elastizität des Binde- und Stützgewebes und des Muskelgewebes zunehmend größer wird.
- **Aufwärmen und Trainingszustand**
Das Aufwärmen sollte sich in seiner Intensität und seinem Umfang nach dem Trainingszustand des Trainierenden richten. Ein mit zu hoher Intensität oder zu hohem Umfang durchgeführtes Aufwärmen kann abhängig von der körperlichen Leistungsfähigkeit zu einer starken Ermüdung führen. Die Ermüdung kann die nachfolgende Bewegungsqualität mindern, das Verletzungsrisiko erhöhen und die muskuläre Leistungsfähigkeit beeinträchtigen. Einen ähnlichen Effekt kann auch ein neues oder ungewohntes Aufwärmprogramm hervorrufen.
- **Aufwärmen und psychische Einstellung**
Allgemein sollte das Aufwärmen der Konzentration und Aufmerksamkeit auf das bevorstehende Training dienen. Die „Einstellung“ des Patienten beeinflusst ganz wesentlich den Effekt und die Dauer des Aufwärmens. Der Muskeltonus sowie der sympathikotone oder vagotone Erregungsstatus sind individuell vom Patienten abhängig. Diese Parameter sind vom Therapeuten einzuschätzen und müssen beim Aufwärmprogramm Berücksichtigung finden. (Freiwald, 1989, 44)
- **Aufwärmen und Querschnittlähmung**
Die Folgen der Querschnittlähmung bringen für die Betroffenen u.a. eine neue Körperbildsituation und eine veränderte Körperwahrnehmung mit sich. Das Aufwärmen erfolgt zu Beginn einer Kraft

trainingseinheit. Dabei kann es u.U. zu einer ersten Konfrontation mit einem Krafttraining im Rollstuhl kommen. Diese Erfahrung kann durch Schmerz, eingeschränkte Bewegungsausmaße und emotionale Affektinstabilität begleitet werden. Der Therapeut muss sich bewusst sein, dass sich für den Trainierenden eine völlig neue körperliche Situation darstellt. Die Motivierung durch den Therapeuten erhält daher einen großen Stellenwert.

Beim Aufwärmen und beim anschließenden Training ist immer zu beachten, dass Betroffene mit einer Halsmarkschädigung oft eine veränderte und eingeschränkte Thermoregulation haben. Abhilfe kann hier, wie in den Bildern zu sehen, eine „äußere“ Abkühlung sein. Patienten mit „Untertemperatur“ empfinden häufig beim oder nach dem Krafttraining eine „wohlige Wärme“.

Patienten mit einer Tendenz zur Hyperthermie, insbesondere bei hohen Außentemperaturen, befeuchten gerne Haare, Nacken oder Oberbekleidung. Patienten, die nicht schwitzen können, entziehen damit ihrem Körper über die entstehende Verdunstungskälte die Wärme. Dabei haben sich mit Wasser gefüllte Zerstäuber bewährt. In Extremfällen kann auch eine Wasserflasche oder eine Gießkanne diesen Zweck erfüllen.



Exogene Faktoren

- Aufwärmen und Tageszeit

Während des Schlafes werden verschiedene Körperfunktionen gedämpft. Am Morgen dauert es individuell eine gewisse Zeit, bis die maximale Leistungsfähigkeit erreicht ist. Erfahrungen haben gezeigt, dass gerade am Morgen die Beweglichkeit aufgrund erhöhter Spastizität deutlich herabgesetzt ist. Es kann vorkommen, dass dann ein längeres Aufwärmen erfolgen muss, damit das Krafttraining in der geforderten Bewegungsqualität erfolgen kann. (Weineck, 1996, 650)

- Aufwärmen und Sportart: Krafttraining

Das Aufwärmen ist abhängig von den jeweiligen Zielen und Inhalten der Trainingseinheit. Intensives Dehnen vor der Trainingseinheit sollte nur stattfinden, wenn die Beweglichkeit eine leistungsbestimmende Komponente darstellt. Untersuchungen von Wiemann und Klee (1999) konnten zeigen, dass Schnellkraftleistungen unmittelbar nach statischem Dehnen schlechter sind und ebenso Muskelkater provoziert wird. Zusammenfassend ist festzustellen, dass beim Maximalkrafttraining vor und nach dem Training keine statischen Dehnübungen stattfinden sollten, da sie die Leistungsbereitschaft und die anschließende Regeneration herabsetzen. (siehe Kapitel 7.6 Dehnen/Streching – Ja oder Nein) Bei Trainingseinheiten mit schwerpunktmäßig kraftausdauernden Komponenten kann die Erwärmung durch einen größeren Umfang gekennzeichnet sein, da z. B. Stoffwechselfparameter auf ein hohes Leistungsniveau gebracht werden müssen.

Hauptteil

Nach dem Aufwärmen sollte ohne längere Wartezeiten in den Hauptteil der Trainingseinheit übergegangen werden (siehe Übungskataloge).

Abwärmen / Cool down

Das Abwärmen stellt eine aktive Maßnahme der Erholung dar. Ziel des Abwärmens ist die psychische

und physische Belastungsreaktion durch den Sport schneller abzubauen und damit die körpereigenen Regenerationsmechanismen nachhaltiger zu unterstützen.

Ziele des Abwärmens

Verkürzung der Wiederherstellungs- bzw. Regenerationsphase

Umstellung des Organismus in Ruhephase

physische und mentale Entspannung

Abb. 11 Ziele des Abwärmens

Das Cool down soll zu einem Abkühlen und nicht zu einem Auskühlen führen. Aus diesem Grund sollte die verschwitzte Kleidung unter Umständen gewechselt werden und bei niedriger Außentemperatur ist das Abwärmen an einem warmen Ort durchzuführen.

Zum Entmüden bieten sich Lockerungs- und Dehnungsübungen der trainierten Körperregionen, aber auch Entspannungstechniken an.

Wirkungen des Abwärmens

Nervensystem

die Wiederherstellung des Gleichgewichtes zwischen Sympathikus und Parasympathikus

Im Herz-Kreislauf-System

die Rückkehr von Pulsfrequenz, Blutdruck, Atmung und Temperatur in die Normallage

In der Muskulatur

die Lockerung der ermüdeten und verspannten Muskulatur
Beschleunigung des Abbaus von Stoffwechselfprodukten

Abb. 12 Wirkungen des Abwärmens (Nach Rölver, 2004, S.10)

Erholung / Regeneration

Die Erholung beziehungsweise Regeneration wird als die auf den gesamten Organismus oder einzelne Organe bezogene Wiederherstellung der vollen physischen und psychischen Leistungsfähigkeit nach Ermüdung bezeichnet. Sie wird bereits durch das aktive Abwärmen eingeleitet. Die Dauer bis zum Erreichen der Ruheaussgangswerte richtet sich nach dem Grad der Ermüdung, der abhängig von den Belastungsfaktoren insbesondere der Belastungsintensität, dem Trainings- und Allgemeinzustand ist. Nach den aktiven Erholungsmaßnahmen des Abwärmens können passive Maßnahmen der Wiederherstellung wie z. B. Massage, Sauna, Wannenbäder, Wechselbäder erfolgen. (Rölver, 2004, S.10)

Krafttraining wird bei Harre als das Trainieren mit jenen Belastungsformen beschrieben, die unmittelbar der Verbesserung der Maximalkraft-, Schnellkraft- oder Kraftausdauerfähigkeiten dienen. (Harre, 1979) Diese Unterscheidung der Erscheinungsformen der Kraft, wie der Maximalkraft, der Kraftausdauer und der Schnellkraft ist trainingsmethodisch bedeutsam, da zur Verbesserung der verschiedenen konditionellen Fähigkeiten unterschiedliche Trainingsmethoden eingesetzt werden. Diese Trainingsmethoden wiederum haben Adaptionen im neuromuskulären System zur Folge. Je nach Trainings- und Therapieziel kann mit den entsprechenden Trainingsmethoden eine gewünschte strukturelle und funktionelle Adaption der Muskulatur und der versorgenden Strukturen erreicht werden.

Für die Beschreibung der Trainingsmethoden im Krafttrainingsbereich sind dabei nicht nur die Belastungsgrößen, sondern auch die jeweiligen Kontraktionsformen der Muskulatur von Bedeutung. Zum Einsatz kommen statische, dynamisch-konzentrische, dynamisch-exzentrische Arbeitsweisen und deren Mischformen. Im Wesentlichen werden mit dem Krafttraining folgende grundlegende Anpassungserscheinungen beeinflusst:

- Verbesserung der aeroben und anaeroben Energiebereitstellung (energetische A.)
- Vergrößerung des Muskelfaserquerschnittes (Hypertrophie)
- Verbesserung der intramuskulären Koordination (neuromuskulär / koord. A.)
- Verbesserung der Muskelkontraktionsgeschwindigkeit und der intermuskulären Koordination (neuromuskulär / koord. A.)

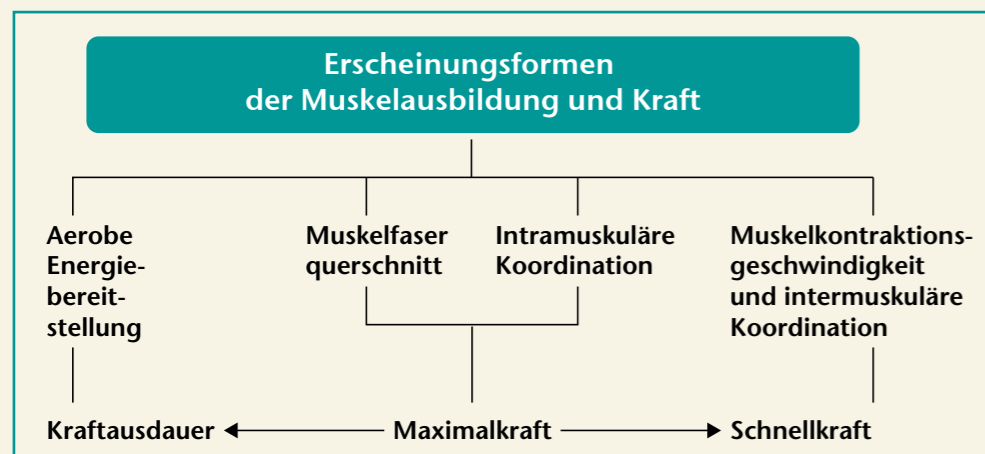


Abb. 13 Erscheinungsformen der Muskelausbildung und Kraft (Ehlenz et al., 1987)

Dem Training der Maximalkraft kommt beim Krafttraining eine entscheidende Bedeutung zu. Die Höhe der maximalen Muskelkraft entscheidet über die Bewegungsmöglichkeiten im Alltag. Sie ist ebenso eine Voraussetzung für schnellkräftige und kraftausdauernde Bewegungen. (Ehlenz et al. 1987) Das Krafttraining beeinflusst nicht nur die Muskulatur, sondern hat auch einen Einfluss auf die kognitiven und psychischen Leistungsfähigkeiten. Die psychophysische Befindlichkeit kann durch Krafttraining kurz- und längerfristig positiv beeinflusst werden. (Froböse & Nellessen, 1998)

4.1 Grundlagen der Belastungsgestaltung

Bei einem gezielten Krafttraining nach heutigem wissenschaftlichen Kenntnisstand sind Leistungsanalysen eine wichtige Voraussetzung für eine individuelle Trainingssteuerung. Wie im Punkt 3.1 beschrieben, erfolgt eine Anpassung beim Training nur bei überschwelligen Muskelanspannungen. Um diese Schwelle zu ermitteln, ist das jeweilige Niveau der maximalen Kraft von Bedeutung. Bei Patienten mit einer kürzlich erlittenen Querschnittlähmung sind teilweise starke Schwankungen der körperlichen Leistungsfähigkeit und der psychischen Verfassung zu beobachten. Aus diesem Grunde hat es sich bewährt, die Selbsteinschätzung der Patienten bei der Leistungsanalyse mit in die Auswertung einzubeziehen.

4.1.1 Ermittlung der Maximalkraft durch das Wiederholungsmaximum

Zur Festlegung der Trainingsintensitäten wird ein dynamischer Maximalkrafttest durchgeführt. Der klassische dynamische Maximalkrafttest sieht eine Wiederholung mit dem größtmöglich zu bewältigenden Gewicht bei einer bestimmten Übung vor. Ist es möglich das Gewicht 1 x zu bewältigen, entspricht das der Maximalkraft von 100%.

Ist der Einsatz größtmöglicher Gewichte kontraindiziert, lässt sich die Maximalkraft von 100% rechnerisch dadurch ermitteln, dass die Wiederholungen bei der Bewältigung eines submaximalen Gewichtes erfasst werden.

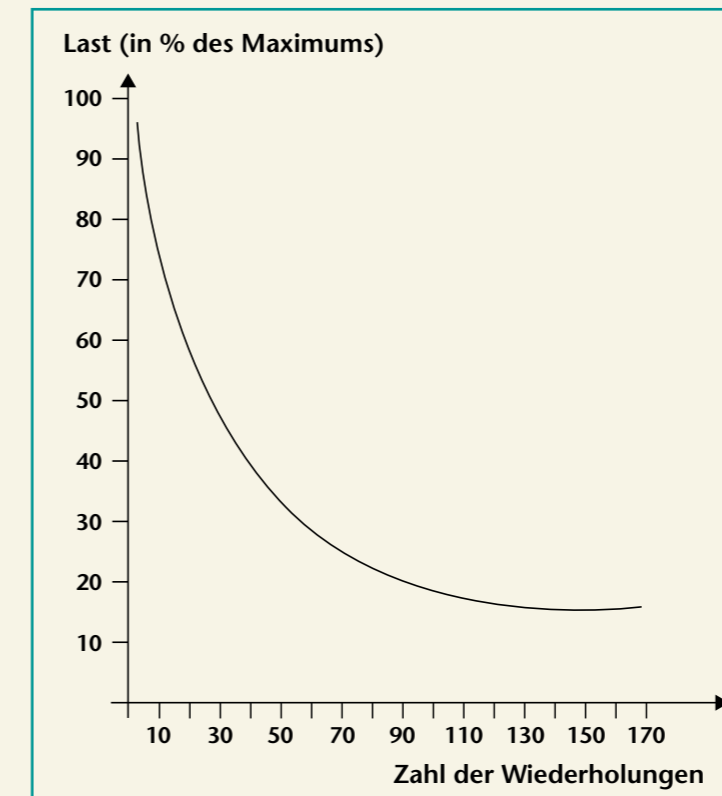


Abb. 14 Grafische Darstellung der Abhängigkeit zwischen Lastgröße und Wiederholungszahl (nach Saziorski / Wolkow / Kulik in Matwejew, 1981, S. 52)

Bei diesem Testverfahren wird die Maximalkraft über die Anzahl der maximal möglichen Wiederholungen bestimmt. Nach dem Aufwärmen wird ein submaximales Gewicht gewählt, mit dem mehrere Wiederholungen ausgeführt werden können. Die maximale Anzahl der korrekt ausgeführten Wiederholungen dient zur Ermittlung der Maximalkraft „repetition counting“. Falls mit dem Gewicht mehr als 20 Wiederholungen geschafft werden, sollte der Test nach einer Pause mit einem höheren Gewicht wiederholt werden. Je niedriger die maximal mögliche Anzahl an Wiederholungen ist, um so genauer ist die Bestimmung der Maximalkraft. Der Test wird abgebrochen, wenn der Patient die Bewegungen am Kraftgerät nicht mehr oder unsauber, das heißt nur noch mit Ausweichbewegungen, durchführen kann. Die nachstehende Tabelle hilft bei der Einordnung:

Rechnerische Bestimmung der Maximalkraft							
Anzahl der absolvierten Wiederholungen	1	2	3	5	8	12	20
entspricht % der Maximalkraft	100	95	90	85	80	70	60

Abb. 15 Bestimmung der Maximalkraft

Beispiel: Wenn ein Gewicht von 40 kg maximal 8 Wiederholungen technisch korrekt bewegt wird, dann ergibt sich rechnerisch eine Maximalkraft, die 50 kg 1x bewältigen könnte:

40 kp = 80 % der maximalen Kraft
 50 kp = 100 % der maximalen Kraft

Vorteile des „repetition counting“:

- keine maximale Belastung, sanfte Testform
- Test auch für Übungen ohne Gewichte möglich, z. B. Bauchmuskulatur

Nachteile „Repetition counting“:

- zeitaufwendig
- das Maximalgewicht kann nicht so genau ermittelt werden (besonders bei hohen Wiederholungszahlen)

Anmerkung:

Die erhaltenen Werte dienen nur der groben Abschätzung. Bei der Leistungsanalyse müssen ebenfalls Tagesform, Spastik, hohe Temperaturen im Sommer, therapeutische Erfahrungswerte und andere Faktoren berücksichtigt werden. Die sich durch rechnerische Ermittlung ergebene Ungenauigkeit kann ebenfalls genutzt werden, um therapeutisch zu intervenieren. Das ist oft dann der Fall, wenn das Trainingsgerät nicht über eine feine Dosierbarkeit der Gewichte verfügt. Soll im oben genannten Beispiel mit 75% der maximalen Kraft trainiert werden ergibt sich:

75 % von 50 kg = 37,5 kg

Besitzt das Gerät aber nur die Einstellungen 35 kg oder 40 kg muss eine Entscheidung für die eine oder andere Gewichtsstufe getroffen werden.

4.1.2 Subjektives Belastungsempfinden

Das subjektive Belastungsempfinden des Patienten kann mit Hilfe einer 3stufigen Skala erfragt werden:

leicht – mittel – schwer

Daraus ergeben sich in der Praxis folgende Anwendungshinweise:

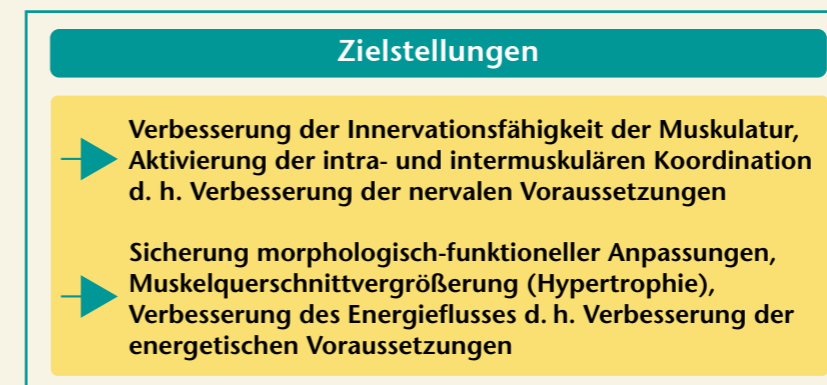
Beim Training mit niedrigen Intensitäten in der Automobilisationsphase sollte auch am Ende der Übung das Gewicht als „leicht“ empfunden werden. Bei Anfängern empfiehlt es sich die Gewichte nicht zu hoch zu wählen, da die muskuläre Belastung vom Patienten oftmals erst zum Ende der Übung wahrgenommen wird.

Die Trainingsintensität beim Kraftausdauertraining und beim Muskelaufbautraining sollte am Anfang und im Mittelteil der Kraftübung im Allgemeinen als „mittel“ empfunden werden. Erst zum Ende der letzten Wiederholungen sollte der Patient die Belastung als „schwer“ empfinden. Wird die Belastung am Ende als „leicht“ oder „mittel“ eingeschätzt, sollte über einen neuerlichen Maximalkrafttest nachgedacht werden, weil sich eventuell die Muskulatur schon an die Trainingsintensitäten adaptiert hat. Bei hohen und höchsten Trainingsintensitäten sollten diese auch anfänglich als schwer empfunden werden, da hierbei weniger reizintensive Wiederholungen ausgeführt werden.

Als Testintervalle zur Durchführung des Maximalkrafttests haben sich Zeiträume von jeweils 2 bis 3 Wochen bewährt. Nach längeren Trainingspausen durch Operationen, Bettruhe und ähnliches ist eine Leistungsanalyse ebenfalls empfehlenswert.

4.2 Krafttrainingsmethoden

Das Krafttraining verfolgt zwei wesentliche voneinander unterschiedliche Zielstellungen (Hirtz, 2005):



Die Trainingsmethoden des Krafttrainings sind Verfahren zur Umsetzung von Trainingsinhalten. Mit ihrer Hilfe werden Belastungsreize gesetzt, die es ermöglichen, bestimmte Trainingsziele zu erreichen. Die jeweilige individuelle Übungsform bestimmt, in welchen Muskelgruppen und in welcher Art von Bewegungsausführung diese Ziele realisiert werden können.

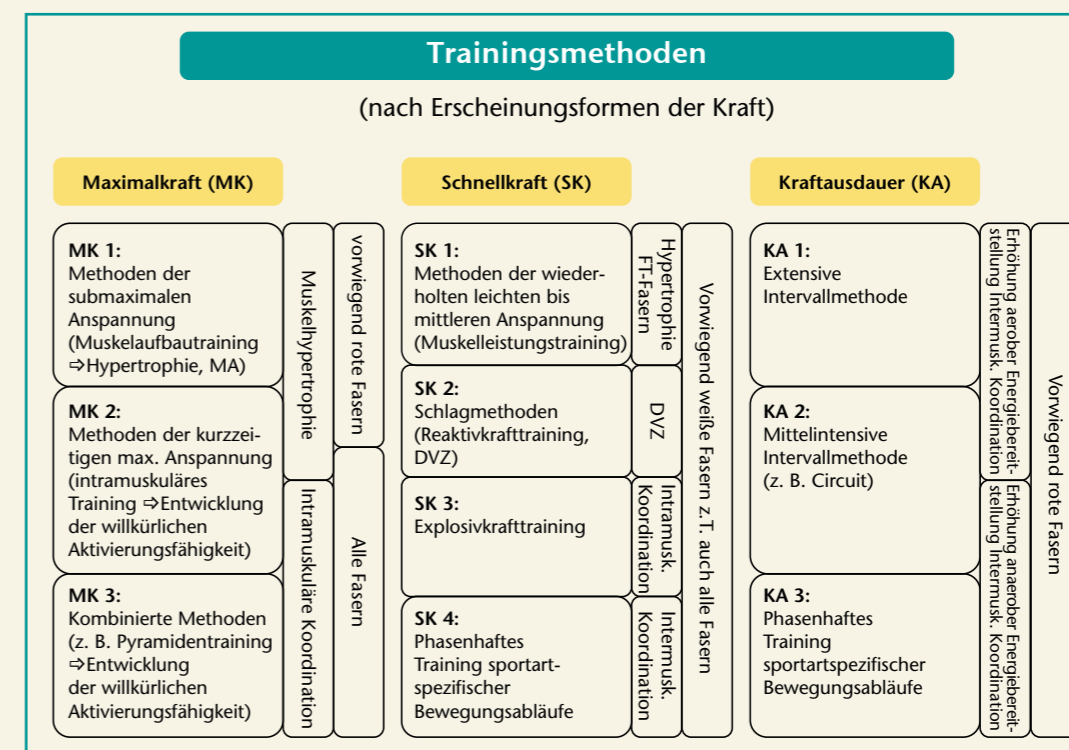


Abb. 16 Trainingsmethoden (nach Erscheinungsformen der Kraft)

4.2.1 Kraftausdauertraining

Das Kraftausdauertraining hat aufgrund seiner verträglichen Trainingsform im Gegensatz zum intensiveren Krafttraining einen hohen Stellenwert im Rehabilitations- und Gesundheitssport. Es ist eine zieladäquate Belastungsform, die bei gleichzeitiger Schonung des Binde- und Stützgewebes je nach Ausführung die Ausdauer und Kraft entwickelt.

Bei einem dynamischen Training zur Entwicklung der Kraftausdauerfähigkeit ist neben der Überwindung eines äußeren Widerstandes eine hohe Belastungsdauer von Bedeutung. Die Belastungsintensität ist gering bis mittel, die Pausen sind unvollständig und vom subjektiven Belastungsempfinden des Patienten abhängig.

Methoden:

hohe Wiederholungszahlen im Verhältnis zur Last

Methode 1:
Belastungsintensität von 40 - 60 %, 20 Wiederholungen,
3 bis 5 Serien
Serienpause 2 Minuten

Methode 2:
Belastungsintensität von 25 - 40 %, 30 Wiederholungen,
4 bis 6 Serien
Serienpause 1 Minute

- keine Pausen zwischen den Wiederholungen
- Bewegungstempo langsam

Abb. 17 Optionale Darstellung des Kraftausdauertrainings unter Berücksichtigung von Belastungsintensität / Wiederholungszahl (Röthig & Gröbning, 1993, S. 95)

Das Training erfolgt sowohl mit Übungen, die einzelne Muskelgruppen beanspruchen, als auch mit Bewegungen des Alltags (z. B. Rollstuhlfahrtraining) oder komplexen Sportartbewegungen (z. B. Schwimmen). Die Auswahl der Belastungsintensitäten bestimmt die Akzentuierung des Trainings hinsichtlich der aeroben und/ oder anaeroben Energiebereitstellung. Sind die Intensitäten hoch (ca. 50 % der individuellen Maximalkraft), ist das vorhandene Maximalkraftniveau mitentscheidend für die mögliche Anzahl der Wiederholungen. Bei niedrigeren Widerständen stellt hingegen die aerobe Energiebereitstellung einen leistungslimitierenden Faktor dar.

Organisationsformen des Kraftausdauertrainings sind das Kreis- und Stationstraining.

4.2.2 Maximalkrafttraining

Diese Form des Krafttrainings führt zu Veränderungen der Muskelkraft durch verschiedene morphologische, koordinative und energetische Mechanismen. Wie die Sportpraxis und der Klinikalltag zeigt, kommt es nach Beginn des Krafttrainings innerhalb kurzer Zeit und je nach individuellen Leistungsvoraussetzungen zu einer Kraftzunahme. Eine Muskelmassenzunahme (morphologischer Umbau) kann jedoch in so kurzer Zeit nicht erfolgen.

Kraftzuwachsrate nach Trainingszeiträumen von zwei bis drei Wochen beruhen auf einer veränderten nervalen Ansteuerung der Muskelfasern. Die Kraftzunahme entsteht durch die Zuschaltung zusätzlicher motorischer Einheiten (Rekrutierung) und die verstärkte Aktivierung von bereits arbeitenden motorischen Einheiten (Synchronisation). Die angesprochenen motorischen Einheiten reagieren nach ca. vier bis sechs Wochen mit strukturellen und biochemischen Adaptationen. Eine Muskelmassenzunahme (Hypertrophie) ist festzustellen. (Badtke, 1988, 369)

Beim Training im Kliniksport oder in der Rehabilitation ist bei der Einschätzung des Trainingszustandes zu beachten, dass eine Kraftzunahme auch mit einer verbesserten körperlichen Gesamtsituation des Patienten zusammenhängen kann.

Für die Entwicklung der Maximalkraft kommen Trainingsmethoden in Frage, die eine hohe Belastungsintensität aufweisen.

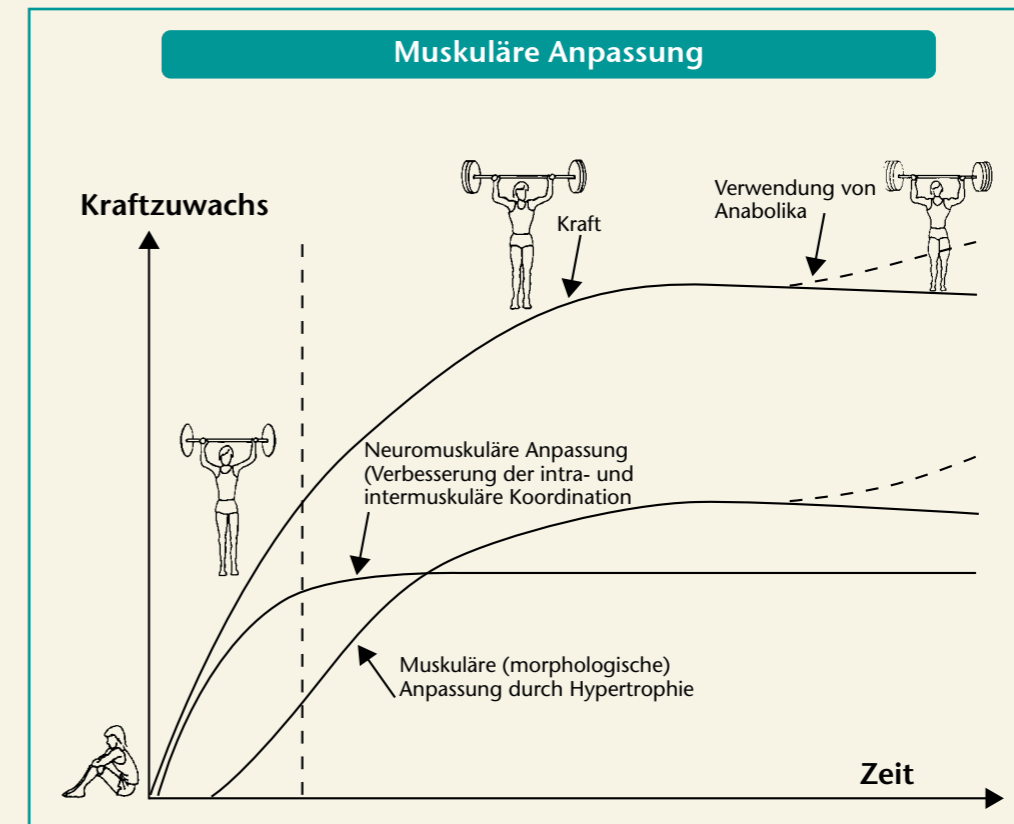


Abb. 18 Muskuläre Anpassung (verändert nach Sale 1988, S.142)

Muskelaufbautraining (Hypertrophietraining)

Ein Muskelaufbautraining ist für den Gesundheits- und Rehabilitationssport von besonderer Bedeutung, denn durch Inaktivität, Erkrankungen und deren Folgen verliert der Mensch an Muskelkraft. Muskelaufbautraining hat das Ziel, den Gesamtquerschnitt des Skelettmuskels zu vergrößern. Die Trainingsintensität (siehe Kap. 4.3) ist geringer als beim intramuskulären Koordinationstraining und somit die Belastungsdauer länger. Dadurch kommt es zu einer lang anhaltenden Spannungsentwicklung, einer Ausschöpfung der Energiespeicher und in Folge dessen zu einer Hypertrophie der Muskulatur. Die resultierende Kraftzunahme eines Muskels durch Hypertrophie ist abhängig von der Qualität und Quantität des Trainings und von den individuellen Leistungsvoraussetzungen des Patienten.

Isometrisches Training

Beim isometrischen bzw. statischen Krafttraining kommt es zu keiner sichtbaren Kontraktion oder Dehnung wie beim dynamischen Training, sondern zu einer hohen Spannungsentwicklung.

Beim isometrischen Training ohne Zusatzlasten wird der Körper oder Körperteile in einer konstanten Position gehalten und zu innervierende Muskelgruppen werden über einen Zeitraum von 9 - 12 Sekunden in Anspannung versetzt.“

Beim isometrischen Training mit Zusatzlasten können die gleichen Übungen erfolgen, allerdings erhöht sich die Belastungsintensität durch Zusatzlasten wie Gewichtsmanschetten, Bleiwesten oder Partner.

Die Vorteile des isometrischen Krafttrainings gerade im Rehabilitations- und Gesundheitssport liegen in der einfachen Durchführung, einem relativ geringen Zeitaufwand bei hohem Trainingseffekt und einer geringen Gelenkbelastung.

Statisches bzw. isometrisches Krafttraining

- Hohe Spannungsentwicklung
- Physikalische Arbeit = 0

Intensität: 50 - 70 %
 Dauer: 9 - 12 Sekunden
 Umfang: 5 - 20 Wiederholungen
 Pause: 1 - 3 Minuten

Vorteile:

- einfache Durchführung
- Relativ geringer Zeitaufwand
- Geringe Belastung der Gelenke

Nachteile:

- fehlende/nur geringe Aktivierung der Regelkreise des Koordinationssystems
- nur anfängliche Querschnittzunahme der Muskelfasern
- ein Kraftzuwachs nur im trainierten Gelenkwinkel
- hohe Ermüdung des ZNS
- Gefahr der Pressatmung

Abb. 19 Statisches bzw. isometrisches Krafttraining (Wastl, 2005)

Intramuskuläres Koordinationstraining (IK – Training)

Ziel des Intramuskulären Koordinationstrainings ist es, möglichst viele motorische Einheiten synchron zu aktivieren.

1. Eine Verbesserung der muskulären Ansteuerung bzw. willkürlichen Aktivierung wird durch maximale Reize mit geringen Wiederholungszahlen oder kurzzeitig einwirkende, schnellkräftige Reize erzielt. Bei dieser Trainingsart kommt es zu keinem bzw. eventuell geringem Muskelwachstum, da durch die hohen Intensitäten nur geringe Wiederholungszahlen und eine kurze Belastungsdauer möglich sind. Voraussetzung für eine Aktivierung und Innervierung der motorischen Einheiten ist eine Belastungsintensität ab 75 bis 95 Prozent der maximalen Kraftfähigkeiten. Daher wird das intramuskuläre Koordinationstraining dem Muskelaufbautraining angeschlossen und ist für Untrainierte nicht geeignet.

Methode hoher und höchster Intensitäten

Intensität: 75 - 95 %
 Wiederholungen: 1 - 5
 Serien: 5 - 8 (je geringer die Wiederholungszahl desto mehr Sätze)
 Pause: 1 - 2 Minuten

Abb. 20 Methode hoher und höchster Intensität (Weineck, 1996)

2. Bei der *reaktiven Methode* (Martin 1993) oder dem plyometrischen Training (Weineck, 1996) kommt es zu einem komplexen Zusammenwirken des positiv dynamischen und negativ dynamischen Trainings. Der Trainingsgrundsatz liegt darin, die Zeit zwischen Dehnung und Verkürzung optimal kurz zu halten. In der Folge kommt es zu einem raschen Kraftgewinn ohne Muskelmassenzunahme. Ein Training nach dieser Methode kann nur bei einem gut vorbereiteten aktiven und passiven Bewegungsapparat erfolgen, da ein erhebliches Verletzungsrisiko bei falscher Durchführung besteht.

Reaktive Methode zur Optimierung des Dehnungs - Verkürzungs - Zyklus

Trainingsübungen: Sprünge verschiedener Art mit und ohne Hilfsmittel
 Intensität: 100 und mehr Prozent
 Wiederholungen: 6 - 10
 Serien: 2 - 8 (je nach Trainingsniveau)
 Bewegungstempo: explosiv
 Pause: zwischen den Serien mindestens 2 Minuten

Abb. 21 Reaktive Methode zur Optimierung des DVZ (Weineck, 1996, S. 288)

Kombiniertes Training

Das kombinierte Krafttraining steigert die Maximalkraft parallel durch eine Hypertrophie und eine verbesserte intramuskuläre Koordination. Haupttrainingsmethode des kombinierten Trainings ist das Pyramidentraining. Bei dieser Trainingsform kommt es zu einer pyramidenähnlichen Zu- bzw. Abnahme der Belastungshöhe.

Veränderungen der Belastungsintensität und Belastungsdichte

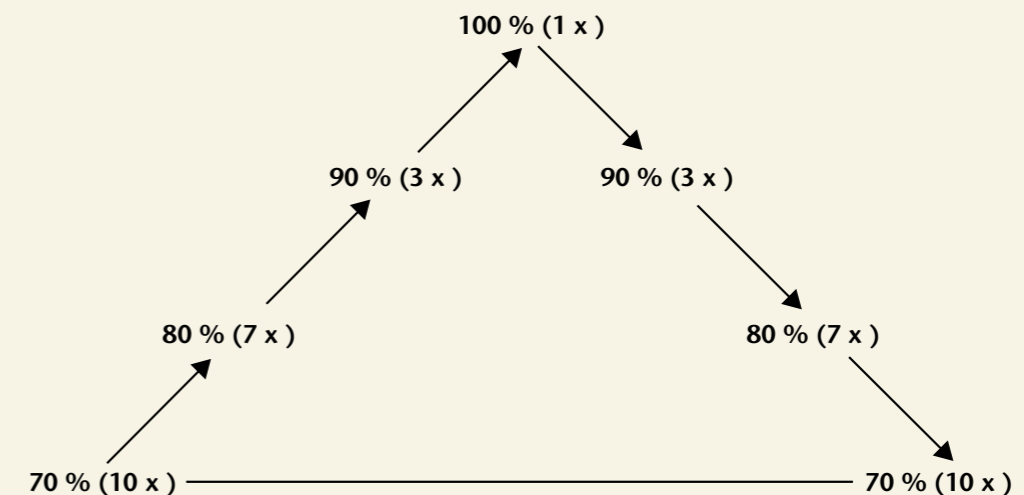


Abb. 22 Veränderungen der Belastungsintensität und Belastungsdichte (Hirtz, 2005, S.6)

Je nach Durchführung und Ausführung setzt das Pyramidentraining verschiedene Schwerpunkte. Liegt der Schwerpunkt in der Spitze der Pyramide, wird mehr mit wenigen Wiederholungszahlen und hohen Intensitäten (80- 100%) trainiert und so die Maximalkraft durch ein intramuskuläres Koordinations-training verbessert. Wird mehr mit mittleren Wiederholungszahlen und mittlerer Intensität (40 - 60%) trainiert, kommt es zu einem Kraftzuwachs durch eine Hypertrophie.

Bei hohen Wiederholungszahlen und geringen Intensitäten ist die Akzentuierung an der Basis der Pyramide und es wird die Kraftausdauer trainiert. (Weineck, 1997)

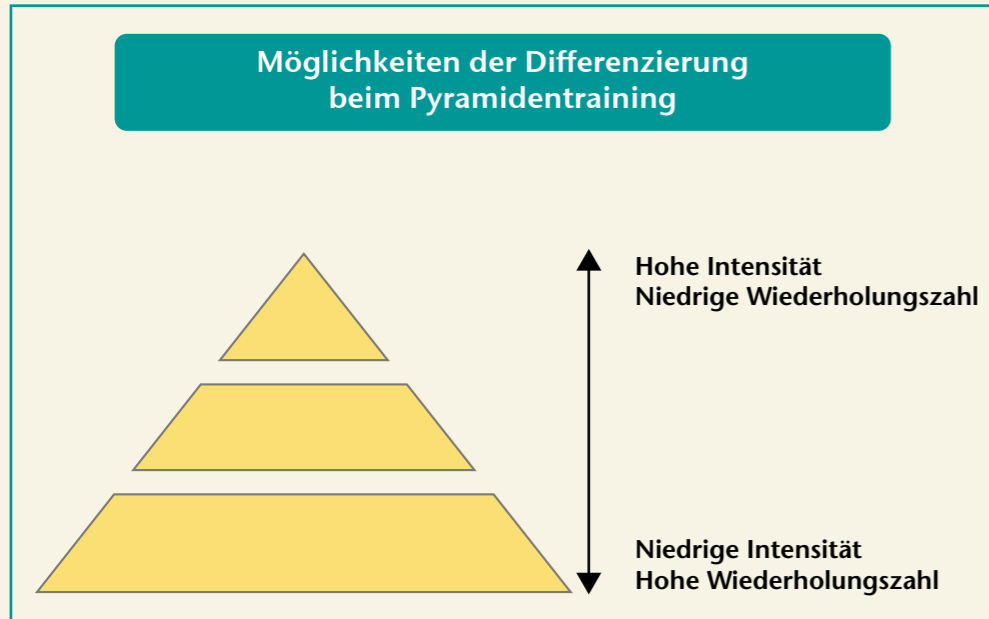


Abb. 23 Möglichkeiten der Differenzierung beim Pyramidentraining (Weineck, 1996, S.297)

4.2.3 Schnellkrafttraining

Die Schnellkraft ist in der Trainingslehre nicht so einheitlich beschrieben wie z. B. die Maximalkraft. Ursache hierfür sind verschiedene Erklärungsmodelle von mehreren Autoren. In Abhängigkeit von der Sportart kommt es zu einer verschiedenen Gewichtung von Einflussfaktoren. Die Schnellkraft kann zum einen das Ziel haben, eine Bewegung in kurzer Zeit auszuführen oder einem Gegenstand unabhängig vom Zeitfaktor eine hohe Endgeschwindigkeit zu geben. Das Schnellkrafttraining zeichnet sich durch eine *große Reizstärke*, eine *hohe Bewegungsfrequenz* und einen *geringen Umfang* aus.

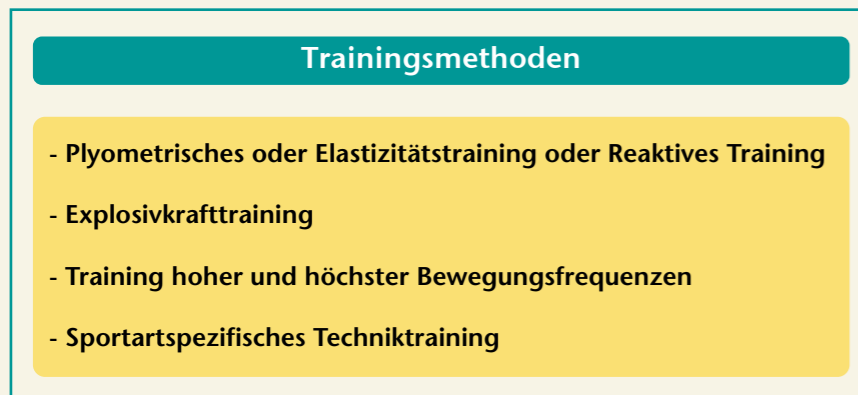


Abb. 24 Trainingsmethoden (nach Röthing & Gröbning, 1993, S. 80f.)

4.2.4 Isokinetisches Training

Hierbei handelt es sich um eine Sonderform des dynamischen Krafttrainings, bei dem sowohl positiv-dynamisch (konzentrisch) als auch negativ - dynamisch (exzentrisch) gearbeitet werden kann. An computergestützten hydraulischen oder elektrischen Trainingsgeräten erzeugt der Patient den Widerstand während der Bewegung selbst.

Der Haupteinsatzbereich der Isokinetik liegt in der Kraftdiagnostik (Test) und Unterstützung der Sport- und Physiotherapie auf sportwissenschaftlichem und trainingsbegleitendem Gebiet.

Das Training kann mit verschiedenen Bewegungsgeschwindigkeiten durchgeführt werden. Für jede Einzelbewegung bleibt dabei die einmal gewählte Geschwindigkeit konstant, der gleichmäßige Widerstand passt sich der jeweiligen Kraftentfaltung des Muskels in jeder Gelenkstellung unabhängig von Drehmoment, Hebel und Lastarm an. Je höher die Geschwindigkeit ist, umso niedriger ist der jeweilige Widerstand. Das Training ist geschwindigkeitsspezifisch, d. h. der jeweilige Effekt wird optimal für eine bestimmte Bewegungsgeschwindigkeit erreicht. Für einen maximalen Gesamteffekt sollte das Training in Abhängigkeit von den besonderen Bedingungen der Patientenklitel mit möglichst unterschiedlichen Geschwindigkeiten ausgeübt werden. Der Widerstand kann durch die Wahl verschiedener Trainingsgeschwindigkeiten so eingestellt werden, dass Unterschiede in der Belastbarkeit von Knochen bzw. Muskulatur, als Folge z. B. von Schmerz oder Muskelatrophie, ausgeglichen werden. Nach eigenen Erfahrungen sollte bei Patienten mit einer motorisch - inkompletten Querschnittlähmung zu Beginn mit der isokinetisch - konzentrischen Arbeitsweise für die Knieextension und -flexion, wenn möglich für beide Seiten, im Geschwindigkeitsbereich von 30°/s über 60°/s bis 90°/s gearbeitet werden. Bei fortschreitender Dauer des Trainings und entsprechender Kraftentwicklung und Adaptation kann die Trainings- und/oder Testgeschwindigkeit über 120°/s auf 150°/s bis u. U. 180°/s angehoben werden. Geschwindigkeiten von 150°/s und mehr stellen sehr hohe koordinative Anforderungen für die Patienten dar!

Bei der Trainingssteuerung ist zu beachten, dass in Anlehnung an Froböse (1996) bei höheren Geschwindigkeiten die Wiederholungszahlen in den einzelnen Serien heraufgesetzt werden (Beispiel: 4-5 Wdh. bei 30°/s, 6-8 Wdh. bei 60°/s., 8-10 Wdh. bei 90°/s, 11-13 Wdh. bei 120°/s, 14-16 Wdh. bei 150°/s und 16-18 Wdh. bei 180°/s). Diese Angaben beziehen sich auf ein geschwindigkeitsspezifisch gesteuertes Training mit einer Bewegungsamplitude von ca. 70-90°.

Bei unzureichendem Kraftpotential kann im passiv - assistivem Modus ein- oder beidseitig eine Bewegungsanbahnung bei langsamen Geschwindigkeiten von 30/45°/s an aufwärts bis max. 75/90°/s erfolgen.

In der exzentrischen Arbeitsweise empfiehlt es sich bis auf wenige Ausnahmen auf Grund der deutlich höheren muskulären Spannungsentwicklungen und der damit verbundenen erhöhten Koordinationsproblematik nicht zu trainieren.

Die beanspruchten Hauptmuskelgruppen sind für die Streckung der M. quadriceps (hauptsächlich die Mm. vasti) und für die Beugung der M. semimembranosus, M. semitendinosus, M. biceps femoris (mit caput longum und caput breve), M. gracilis, M. sartorius, M. popliteus und M. gastrocnemius.

Die Vorteile des isokinetischen Krafttrainings gegenüber dem auxotonischen (Kombination aus isometrischer und isotonscher Muskelanspannung – Längen- und Spannungsänderung) Krafttraining sind: (Froböse, 1996, 24f.)

- voller Kräfteinsatz während des gesamten Bewegungsvollzuges
- gleichmäßige Kräftigung der Muskulatur in allen Bewegungsabschnitten durch die den unterschiedlichen Hebelverhältnissen angepasste Belastung (gute Trainingswirkung auch im Bereich ungünstiger Winkelgrade)
- Verkürzung der Aufwärmzeit sowie Vermeiden von Muskelkatersymptomen, da durch den gleichmäßigen Kraftverlauf keine Belastungsspitzen auftreten
- Möglichkeit der speziellen Kräftigung besonders schwacher Muskelgruppen (günstig für Rehabilitationsbereich)
- Erfassung und Dokumentation muskulärer Defizite durch isokinetischen Krafttest

Die Nachteile des isokinetischen Krafttrainings sind: (Froböse, 1996, 24f.)

- hohe Anschaffungskosten der Geräte
- relativ großer Zeitaufwand beim Training mehrerer Gelenke und Muskelgruppen
- es wird kaum eine Trainingswirkung auf die koordinative Qualität der Bewegungen erzielt
- bei Stillstand der Bewegung ist der Widerstand gleich Null, wodurch der dynamisch-negative Trainingseffekt bei Abbremsung des Trainingsgewichtes bei Rückführung in die Ausgangsposition entfällt
- eine gleichmäßige Geschwindigkeit wird in der alltäglichen und sportlichen Praxis nicht realisiert

4.3 Stufenmodell

Das Stufenmodell ist ein dynamisches Modell und kann somit an die Bedürfnisse einer flexiblen und individuell differenzierten Therapie angepasst werden.

Die Trainingshäufigkeit pro Woche soll bei einem Minimum von zwei und einem Optimum von drei Einheiten liegen.

Für alle Stufen gilt die Dauer einer Trainingseinheit von mindestens 45 bis maximal 90 Minuten.

Die allgemeine Stufendauer liegt bei 2 - 6 Trainingseinheiten.

Der Wechsel der Stufen kann erfolgen, wenn die jeweiligen Ziele erreicht sind.

Will man einen optimalen Trainingserfolg erzielen, sollte die hier beschriebene Reihenfolge eingehalten werden.

In jeder Stufe wird dem Training eine allgemeine und spezielle Erwärmung ebenso vorangestellt wie regelmäßiges Abwärmen am Ende der Einheiten erfolgen sollte.

Ein systematisches und kontinuierliches Krafttraining bewirkt stabile funktionelle und strukturelle Anpassungen, für die sowohl *neurogene* als auch *myogene* Faktoren verantwortlich zeichnen.

In den ersten beiden Stufen stehen Änderungen in der *nervalen* Kontrolle der Muskelkraftentwicklung im Vordergrund, die u.a. zu einer besseren Synchronisation der motorischen Einheiten führen.

Beginnend ab Stufe 3 sind in deutlich stärkerem Maße *myogene* Faktoren für die Massezunahme der kontraktilen Proteine (Myofibrillen) zuständig.

In der Stufe 1 „**Automobilisation und Anbahnung**“ werden die mobilisierenden Bewegungsübungen mit keinem oder nur sehr geringem Fremdgewicht (Belastungsintensität < 30%), z. B. an Seilzügen oder Rollen bei Wiederholungszahlen bis 40 und einer Serienanzahl von 2 - 3 durchgeführt.

Die Pausendauer ist dabei kurz (< 60 Sekunden).

Ziel der Automobilisation ist es, alle an einer Motorik beteiligten Strukturen in einem geschlossenen biomechanischen System und nach Möglichkeit im vollen physiologischen Ausmaß zu bewegen, um ligamentäre, kapsuläre und muskuläre Strukturen in ihrer Beweglichkeit zu verbessern und stoffwechselfördernde Aktivitäten anzuregen.

Das **Ziel der Anbahnung** ist die Ansteuerung der an einer Bewegung beteiligten Muskeln und Muskelschlingen zum Erlernen neuer bzw. motorisch-funktioneller Bewegungsmuster durch die Aktivierung propriozeptiver Rezeptoren (verantwortlich für Bewegungs- und Lageempfindung) sowie neuromuskulärer Strukturen.

Dabei sollen die Bewegungswahrnehmung sowie -vorstellung und die intermuskuläre Koordination vorbereitet und entwickelt werden.

So kann gewährleistet werden, dass motorische Bewegungsabläufe im Krafttraining ökonomischer und physiologischer ablaufen, die Verletzungsgefahr gesenkt wird (Prävention) und in der Folge ein optimaler Kraftzuwachs erfolgen kann.

Insgesamt dient die Stufe 1 der mentalen Einstimmung auf das Krafttraining sowie dem Schutz vor Überlastungen.

Der Trainierende definiert hier erstmals seine eigenen Ziele.

Die Stufe 2 „**Kraftausdauer**“ dient der allgemeinen Verbesserung der kardio-pulmonalen sowie kardio-vaskulären Leistungsfähigkeit.

Es ist ein lokales Muskelausdauertraining, das eine allgemeine Verbesserung der Stoffwechsellage nach sich zieht.

Die Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegenüber der Ermüdung stellt einen motorischen Lernprozess

dar, der bevorzugt die strukturellen Anteile im sensomotorischen System anpasst, um stabile und zuverlässig abrufbare Bewegungsmuster auf der sensomotorischen Regel- und Steuerungsebene bei höheren Bewegungswiderständen zu erzielen. (Gürtler, 1990)

Die gleichmäßig beanspruchte Kraftausdauer wird zu etwa 30% durch den glykolytischen und zu etwa 70% durch den aeroben Stoffwechsel abgesichert.

Bei gleichmäßigen Kraftausdaueranforderungen und der Abnahme der Bewegungsfrequenz ist eine bevorzugte Anpassung der Enzyme des oxydativen Stoffwechsels festzustellen. Die Widerstandsanforderungen führen zu einer Anpassung der kontraktilen Proteine im Muskel, die eine Hypertrophie der Muskelfasern (insbesondere der FT-Fasern) bedingen.

Das Kraftausdauertraining kann unter Verwendung verschiedener Trainingsmittel zum Einsatz kommen. Die therapeutischen Maßnahmen des Rollstuhlfahrtrainings (Berg- bzw. Steigungstraining), des Rollstuhlsportes, des Kraftgerätetrainings oder der Trainingseinheiten in der Schwimmhalle sind hier einzuordnen.

Die Belastungsintensität beträgt hierbei 30 - 60% bei Wiederholungen von 20 - 40.

Die Gesamtserienzahl beläuft sich auf 4 - 6 und die Pausenzeiten zwischen den Serien betragen 30 - 60 Sekunden.

In der Stufe 3 „**Muskelaufbau (Hypertrophie)**“ findet eine Zunahme des Muskelfaservolumens auf der Grundlage einer deutlich erhöhten Sarcoplasmavolumendichte statt, die auf eine spezifische Ausprägung des sarcoplasmatischen Reticulums und des Reaktionsraumes für den glycolytischen Stoffwechsel hinweist (Muskelquerschnittvergrößerung).

Diese Zunahme der Muskelmasse kommt nach neueren computertomographischen Befunden sowie auch histologischen und ultrastrukturellen Untersuchungen allein durch eine Verdickung jeder einzelnen Faser zustande.

Das Ausmaß der Hypertrophie wird dabei durch die jeweils dominierenden Muskelfasertypen mitbestimmt.

Nach diesen Untersuchungen scheint auch untermauert, dass durch intensives Krafttraining keine Hyperplasie (Vermehrung der Gesamtzahl der Muskelfasern) auftritt. (Beyer, 1990)

Begleitet wird die Muskelmassezunahme von einer Vermehrung des interstitiellen Bindegewebes (faserarm, jedoch zell- und blutgefäßreich – Versorgungsbahnen wie Blut- und Lymphgefäße und Nerven verlaufen hier) als Form der mechanischen Verfestigung.

Des Weiteren erfolgt in dieser Phase eine Anpassung der pathologischen Verhältnisse an die „Rechts-Links-Symmetrie“.

Auf Grund der erhöhten Intensitäten nach vorherigen Trainingsadaptionen ist eine deutliche Stabilisation der Gelenke zu verzeichnen.

Einher geht die Verbesserung der intramuskulären Koordination.

Die Belastungsintensität beträgt 60 - 80 % bei 8 - 12 Wiederholungen.

Die Serienzahl beläuft sich auf 5 - 8 und Serienpausen von 2 - 5 Minuten.

In der Stufe 4 „**Spezialisierung**“ steht die Verbesserung, Ökonomisierung und Optimierung der Alltagsmotorik im Vordergrund (z. B. Transfers oder Treppenläufe).

Weiterhin gilt es hinsichtlich der ausgeübten bzw. auszuübenden Sportart sportspezifische Qualitäten und Bewegungsabläufe zu erarbeiten und zu automatisieren (Ausprägung dynamischer Stereotype). Spezielle Kraftfähigkeiten wie Schnellkraft, Explosivkraft und Reaktionskraft (Exzentrik) werden ausgeprägt (bspw. mittels Sprungübungen).

Die Stufe 4 dient damit aufgrund seiner Trainingsinhalte ebenfalls der Prävention gegenüber absehbaren Überlastungsschäden.

Trainingsinhalt, -mittel und -methoden gelangen zielorientiert sowie individualisiert zum Einsatz.

Diese Stufe wird nach unseren Erfahrungen selten im klinischen Bereich erreicht.

Die Belastungsintensität beträgt 80 - 100% bei Wiederholungszahlen von 1 - 5.

Die Serien belaufen sich auf 3 - 6 bei Pausenzeiten von ca. 5 Minuten oder mehr.

Stufenmodell

Belastungsfaktoren	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4
	Aufwärmen Abwärmen	Kraftausdauer	Muskelaufbau (Hypertrophie)	Spezialisierung
Belastungsintensität	unter 30 %	30 - 60 %	60 - 80 %	80 - 100 %
Wiederholungen	bis 40	20 - 40	8 - 12	1 - 5
Serien	2 - 3	4 - 6	5 - 8	3 und mehr
Pausen	bis 30 Sek.	30 Sek. - 2 Min.	2 - 5 Min.	5 Min.

Abb. 25 Zusammenfassende Darstellung zum Stufenmodell

5.1 Organisatorische Voraussetzungen

Als Voraussetzung zum Krafttraining als therapeutische Maßnahme muss eine ärztliche Verordnung zur medizinischen Trainingstherapie vorliegen. Im Vorfeld wird mit dem interdisziplinären Team und dem Patienten die individuelle Zielsetzung, das Trainingsmethodische Vorgehen und die Häufigkeit und Dauer im Sinne einer Terminabsprache besprochen. Dabei sind besonders die neuropsychologischen, kardiologischen, metabolischen und emotionalen Gegebenheiten zu berücksichtigen.

5.2 Materielle Voraussetzungen



Bei der Auswahl eines geeigneten Raumes zum Krafttraining ist darauf zu achten, dass ausreichend Platz zur Verfügung steht, damit sich mehrere Rollstuhlfahrer zu und zwischen den Geräten bewegen können und die Geräte möglichst selbständig bedienen können. Des Weiteren hat sich bewährt für genügend (Tages-)Licht und Frischluft zu sorgen. Die Trainingsgeräte sollten sowohl für Rollstuhlfahrer als auch für Fußgänger geeignet sein. Die für den Sport verwandten Rollstühle müssen einen stabilen Sitz gewährleisten und sich gut an den Trainingsgeräten platzieren lassen. Pflegerollstühle, Elektrorollstühle oder Rollstühle mit einer Querstange zwischen den Schiebegriffen erfüllen diese Forderung im Allgemeinen nicht. Die im Bild zu sehende Querstange ist aufgrund der Rollstuhlsitzbreite von 75 cm zur Stabilisierung der Rückenlehne unvermeidbar. Die Folge ist, dass der Patient nicht an das stabilisierende Rückenpolster des Trainingsgerätes heranfahren kann.

Krafttrainingsgeräte für geführte Bewegungen





Um die methodischen Abläufe durchführen zu können, sind sowohl Krafttrainingsgeräte für geführte Bewegungen als auch Seilzüge und (Kurz-)Hanteln nötig. Bei Tetraplegikern hat es sich bewährt, einige Hilfen wie Manschetten, Haken oder Riemen bereit zu stellen. Auf eine Bezugsquellenangabe wurde dabei bewusst verzichtet, da es sich bei den meisten Hilfen um Sonderanfertigungen der versorgenden Sanitätshäuser, der Herstellerfirmen der Trainingsgeräte oder der Mitarbeiter aus der Ergotherapie handelt.



Überblick über verschiedene Hilfen



5.3 Personelle Voraussetzungen

Als zwingende Voraussetzung bei den **therapeutischen Fachkräften** ist sowohl eine theoretische Ausbildung als auch praktische (Eigen-)Erfahrung im Rahmen der medizinischen Trainingstherapie notwendig. Das erfolgt bei den Sportlehrern im Rahmen des Studiums. Physiotherapeuten müssen eine berufliche Fortbildung in der medizinischen Trainingstherapie absolvieren. Manchmal kann es auch hilfreich sein Trainingshinweise von langjährigen und (trainings-)erfahrenen Rollstuhlfahrern anzunehmen.

Patientenseitig ist vor jedem Training ist zu beachten, dass die zu beanspruchenden Gelenke in ihrem individuellen Bewegungsausmaß mobilisiert sind. Die Patienten sollten sich selbständig mit oder ohne Rollstuhl fortbewegen können. Für ein erfolgreiches Training ist bei den Patienten ein kognitives Grundverständnis notwendig.

6.1 Indikationen

Neben den in der Einführung erwähnten allgemeinen Zielen stellt sich insbesondere in der postakuten Phase die Diagnose *motorisch inkomplette Querschnittlähmung* bzw. *motorisch komplette Querschnittlähmung* unterhalb C5 eine Indikation dar, am Krafttraining teilzunehmen. Im Vordergrund steht dabei die Verbesserung der muskulären Situation und der sich daraus ergebenden Funktionen. Bei rollstuhlabhängigen Querschnittlähmungen liegt die Indikation im Allgemeinen in den fehlenden oder mangelhaften (Stütz-)Kraftvoraussetzungen. Ziel des Krafttrainings ist hierbei eine möglichst geschlossene Kette der Muskularbeit zwischen der Schulter- und Schulterblattmuskulatur zu erreichen und damit die Voraussetzungen für die im Alltag notwendigen Transfers zu schaffen.

Bei einer ganz oder teilweise rollstuhlunabhängigen Querschnittlähmung kann die Indikation zum Krafttraining angezeigt sein, um noch unzureichende Kraftverhältnisse – die ein Aufstehen, Stehen und Gehen ermöglichen – zu verbessern.

In den meisten Fällen stehen außerdem die Stabilisierung und Aufrichtung des Rumpfes im Vordergrund.

Ebenso verbessert ein gezieltes Krafttraining die allgemeine Leistungsfähigkeit. Körperliche Einschränkungen aus Begleitverletzungen können vermindert und gegebenenfalls muskuläre Dysbalancen ausgeglichen werden.

6.2 Kontraindikationen

Jeder querschnittgelähmte Patient sollte am Krafttraining teilnehmen, sofern nicht folgende Kontraindikationen vorliegen:

Absolute Kontraindikationen liegen vor, wenn

- *die beanspruchten Strukturen nicht belastungs- oder trainingsstabil sind.*

Anmerkungen:

Belastungsstabil: Isolierte oder komplexe Bewegungen gegen Widerstand können jeweils abgestuft innerhalb der Grenzen der physiologischen Belastbarkeit des Körperabschnittes durchgeführt werden. Belastungsstabilität bedeutet in der medizinischen Rehabilitation die höchstmögliche Therapiestufe.

Trainingsstabil: Hierbei müssen wiederholte, aktive Bewegungsabläufe eines Gliedmaßenabschnittes, auch gegen Schwerkraft/Widerstand, möglich sein, ohne dass bei gehäufter Wiederholung negative Einflüsse auf die in Heilung befindlichen Strukturen einwirken. (Definitionen nach der Sektion für physikalische Therapie der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie).

- *die funktionellen und physiologischen Voraussetzungen fehlen.*

Anmerkung:

Physiologisch heißt in diesem Zusammenhang, dass der zu trainierende Muskel zumindest teilweise innerviert sein muss. In der Praxis ist im Allgemeinen mindestens der Kraftgrad 3 von 5 möglichen notwendig. (Janda, 1986)

Funktionell heißt in diesem Zusammenhang, es darf nicht in ein pathologisches Muster trainiert werden.

Relative Kontraindikationen liegen vor bei:

- *chronischen Funktionseinschränkungen aufgrund lang zurückliegender Traumen.*
- *kardiologischen Einschränkungen.*
- *Entzündungen in Sehnen und Schleimbeuteln (z. B. Supraspinatussehne, Bizepssehne).*
- *fehlender Koordination des Schulterblattes.*
- *Infekten oder anderen Erkrankungen (z. B. MS im Schub, zirkulierende Metastasen, Depression).*
- *Schmerz, sofern es sich nicht um den typisch neurogenen Schmerz nach Querschnittlähmung handelt.*
- *massiver Spastiksteigerung während oder nach dem Training.*
- *Kontrakturen.*

7.1 Krafttraining und Geschlechtsspezifik

Die biologischen und physiologischen Unterschiede zwischen den Geschlechtern sind beim Krafttraining zu berücksichtigen

Der Muskelanteil der Frau ist sowohl relativ als auch absolut geringer als beim Mann. So beträgt der Muskelanteil relativ gesehen von dem Gesamtkörpergewicht bei einer untrainierten Frau 35,8% und bei einem Mann 41,8%. In absoluten Zahlen ausgedrückt, bedeutet dies für die Frau eine Gesamtmuskelmasse von 23 kg gegenüber 35 kg beim Mann. Da eine enge Korrelation zwischen Muskelmasse und Muskelkraft besteht, weist die Frau im Durchschnitt zwischen 54–80% der Maximalkraft eines Mannes auf. Als Gründe für die Kraftdifferenz können neben dem genannten Unterschied der Muskelmasse, die ungünstigen Last-Kraft-Verhältnisse und Hebelverhältnisse genannt werden. Zu dem variieren die Werte der Kraft und deren Trainierbarkeit von Muskelgruppe zu Muskelgruppe. (Weineck, 2004, 460f) Der größte Kraftunterschied ist dabei in der Unterarmbeugemuskelatur nachzuweisen. (Hollmann et al., 2000, 175) Letzelter et al. (1993, 176f) bestätigen die Untersuchungen und ergänzen zusätzlich, dass die Kraft der Beine einer Frau im Verhältnis besser ausgeprägt sind als die der Arme.

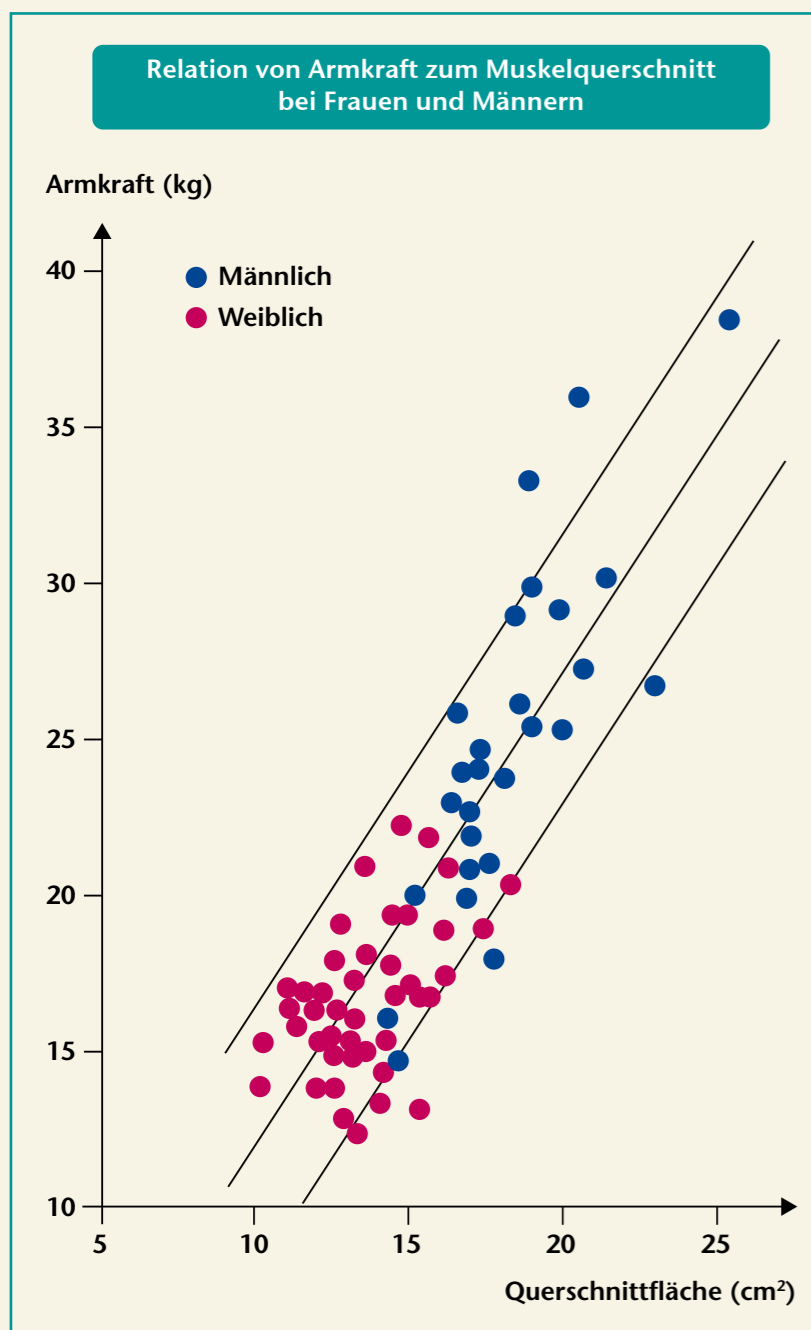
(De Marees, 2003, 522; Kraemer et al., 2006)

Hinsichtlich der Trainierbarkeit weiterer ausgewählter Muskelgruppen sind deutliche Unterschiede zwischen Mann und Frau festzustellen. So konnte Hollmann et al. (2000, 225) nachweisen, dass die Trainierbarkeit der Extremitätenmuskulatur im Vergleich zur Rumpfstreckmuskulatur bei Männern stärker ausgeprägt ist als bei Frauen.

Dabei scheint die Trainierbarkeit abhängig von der Funktionsweise zu sein. Weineck (2004, 461) konnte feststellen, dass die Trainierbarkeit der statischen Muskelgruppen, wie z. B. Bauch und Rumpfmuskulatur keine geschlechtsspezifischen Unterschiede aufweisen, wohingegen die dynamische Muskulatur bei Männern stärker adaptiert als bei Frauen.

Im Vergleich zu Männern weisen Frauen hingegen eine höhere Ausdauer bei geringeren Intensitäten auf. (Kraemer et al., 2006, 144) Bezüglich der Muskelfaserzusammensetzung bestehen keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Der Anteil von Typ-I-Fasern und Typ-II-Fasern ist bei Beiden nahezu gleich und genetisch determiniert. (Tittel, 2003, 58; Albers, 2003, 75)

Abb. 26 Die Kraft verschiedener Muskelgruppen bei Frauen in Prozent der Kraft der Männer (nach Hollmann, W., T. Hettinger: Sportmedizin – Arbeits- und Trainingsgrundlagen. Schattauer, Stuttgart – New York, 1980)



Der Fettanteil an der Körpermasse liegt im Durchschnitt bei der Frau um 10% höher als beim Mann. (Tittel, K., H. Wutscherk: Sportanthropometrie, Leipzig, 1972)

Hinsichtlich der absoluten Muskelkraft pro cm² Muskelquerschnitt lässt sich bei der Frau wegen des erhöhten Anteils an eingelagertem Fettgewebe ein etwas niedrigerer Durchschnittswert feststellen. (Fukunaga, T., Die absolute Muskelkraft und das Muskelkrafttraining. Sportarzt und Sportmedizin 11, 1976)

Im Verhältnis zur Körpermasse beträgt der Anteil der Muskulatur bei der Frau ca. 6% weniger als beim Mann. (Tittel, K., H. Wutscherk: Sportanthropometrie, Leipzig, 1972)

Die Trainierbarkeit der Muskulatur hinsichtlich der von der Muskelmasse abhängigen Kraft ist bei Männern wesentlich erhöht. Ursache dafür ist das vermehrte Vorkommen des männlichen Sexualhormons

Testosteron beim Mann. Die Maximalkraftdifferenz zwischen Mann und Frau beträgt 20–30%. (Weineck, J., Sportbiologie, Perimed-Fachbuchverlag, 1988)

In der Praxis ist festzustellen, dass Frauen meist mehr Trainingseinheiten benötigen als Männer, um einen gleichgroßen Kraftzuwachs zu erzielen. Des Weiteren wird immer wieder bei Patientinnen beobachtet, dass die sichtbare Hypertrophie, also das Dickenwachstum der Muskulatur aufgrund der hormonellen Situation trotz intensiven Trainings geringer ausfällt als bei den männlichen Patienten. Bei Patientinnen kommt es häufiger vor, dass sich das eigene Körperbild hinsichtlich der körperlichen Ästhetik von dem der Männer unterscheidet. Sind die Patienten oft von den voluminösen Muskelgruppen, die sich im Laufe des (Hypertrophie-) Trainings entwickeln sehr angetan, ist bei den Frauen oft das Gegenteil der Fall. Das Körperbild der Frau ist oftmals geprägt von schlanken und nicht zu athletischen Körperproportionen. In diesem Fall ist zu überlegen, ob nicht der zeitliche Umfang eines Muskelaufbau- (Hypertrophie-) -trainings zu Gunsten eines weniger belastungsintensiven, intermuskulären Koordinationsstrainings reduziert werden kann.

7.2 Krafttraining und Altersspezifik

Nach dem Kalkulationsmuster der motion power console 500 mindert sich die Kraftfähigkeit ab dem 25. Lebensjahr kontinuierlich um ein Prozent pro Lebensjahr.

In der Literatur sind in diesem Zusammenhang Unstimmigkeiten zu erkennen. So postuliert bspw. Weineck (2004, 432), dass der Mensch um das 30. Lebensjahr 1% seiner Kraft pro Lebensjahr einbüßt, wohingegen nach Ehsam et al. (1996, 191) der Kraftverlust zwischen dem 30. und dem 45. bzw. 55. Lebensjahr nur wenig oder gleich null ist und erst ab der 6. Lebensdekade beschleunigt zunimmt.



Analog zum Kraftverlust reduziert sich die Muskelmasse. Viele Autoren der Sportwissenschaft sehen dabei den altersbedingten Muskelschwund als die Hauptursache für den Kraftverlust. In einigen Studien konnte der dominante Verlust der Typ-II-Fasern gegenüber den Typ-I-Fasern bestätigt werden. Als primäre Ursache für den Muskelschwund und der einhergehenden Kraftminderung im Alter wird in diesem Kontext immer mehr die Inaktivitätsatrophie und im Speziellen das Fehlen von intensiven Kraftbeanspruchungen angesehen. (Güllich et al., 1999, 229; Jeschke et al., 2004; Ehsam et al., 2006, 15)

Dabei wird geschätzt, dass die Hälfte des Kraftverlustes im Alter auf Inaktivität zurückzuführen ist und dass das Ausmaß der maximalen Leistung sowie die Leistungsreduktion der Kraftfähigkeit vom körperlichen Training abhängt. Es gibt keinen Zweifel, dass der Mensch auch im hohen Alter auf wiederholte Kraftanforderungen mit Adaption reagiert, wie dies durch zahlreiche Studien belegt wird. (Schubert et al., 1996, 159; Ehsam et al., 1996, 191; Bachmann, 1996, 107; Anders, 2006, 172f)

Grundsätzlich kann also auch der ältere Mensch in der Klinik ein Krafttraining erfolgreich bei uns absolvieren. Die individuelle Adaptabilität ist jedoch altersabhängig und genetisch bedingt und führt somit bei gleichen Belastungsreizen zu unterschiedlichen Anpassungen. (Schnabel, Harre, Borde (Hrsg.): Trainingswissenschaft. Sportverlag Berlin, 1997)

Die Quantität der Anpassungen erfolgt bei älteren Menschen nicht in demselben Umfang wie bei jüngeren. Durch regelmäßiges Training kann aber die Kraft bis zum 6. Lebensjahrzehnt weitgehend konstant gehalten werden. Ab diesem Zeitpunkt wird zumindest die Geschwindigkeit der Leistungsabnahme verringert und ein gutes Kraftniveau kann bis ins hohe Alter erhalten bleiben. (Boeck-Behrens, Buskies: Gesundheitsorientiertes Fitnesstraining. Wehdemeier) Pusch Verlag, Lüneburg, 2000)

Bei Patienten im Seniorenalter sollte bei der Festlegung der individuellen Therapieziele sowohl die persönliche als auch die soziale Perspektive bedacht werden. Patienten, die aus einem Handwerksberuf kommen und gewohnt waren hart körperlich zu arbeiten, sind in der Trainingssteuerung anders zu bewerten als jemand, der das nicht gewohnt ist. Anders einzuschätzen sind auch diejenigen Patienten, bei denen schon gewisse degenerative Veränderungen im Sinne von Arthrosen oder manifeste Kontraktionen vorliegen.

Weiterhin kommen bei Patienten im Seniorenalter Vorerkrankungen häufiger vor als bei jüngeren Patienten. Das können orthopädische, kardiologische oder internistische Erkrankungen sein, die dann besonderer Berücksichtigung bedürfen. Im Einzelfall ist dabei zu überlegen, welche Trainingsmethoden angewendet werden sollen und ob zum Beispiel ein „intramuskuläres Koordinationstraining“ mit hohen und höchsten Intensitäten wirklich indiziert ist.

7.3 Krafttraining und Spastik

Wie schon im Kapitel 6.2 erwähnt, bedürfen Patienten mit einer Spastik, das heißt mit einer Läsion des ersten Motoneurons, einer besonderen Aufmerksamkeit. Vor, während und nach dem Krafttraining sind folgende Punkte abzuklären:

- Ist die Ausprägung der Spastik nach einem Krafttraining nicht wesentlich verändert, so ist das Training auch nicht kontraindiziert.
- Wird die Spastik durch das Krafttraining reduziert, so muss insbesondere darauf geachtet werden, dass die durch die Spastik hervorgerufene Stabilität, z.B. in der Rumpfmuskulatur, nicht verloren geht. Eine verminderte Sitzstabilität könnte hier eventuell unerwünscht sein. Ist das nicht der Fall, kann das Krafttraining eine geeignete Form der Spastikreduktion sein.
- Wird die Spastik durch das Krafttraining erhöht, so muss darauf geachtet werden, dass motorische Funktionen nicht überdeckt und dadurch nicht mehr eingesetzt werden können. Es kann vorkommen, dass ein gehfähiger Patient durch die erhöhte Spastik in seiner Koordination dermaßen beeinflusst wird, dass sich das Gangbild (massiv) verschlechtert oder das Gehen für einen längeren Zeitraum unmöglich wird. Vorhandene spastische Muster sollten generell durch das Krafttraining nicht noch zusätzlich provoziert werden. Die Patienten sollten auf keinen Fall in ihren Bewegungsmöglichkeiten und damit in ihrer Lokomotion beeinträchtigt werden. Rücksprachen im therapeutischen Team können dabei zur Klärung hilfreich sein.
- Sollte es durch das Krafttraining zu Tonussteigerungen kommen, müssen diese beobachtet und bewertet werden. Kurzzeitig anhaltende Tonussteigerungen können eventuell toleriert werden, wenn das Training zum Ende des Therapietages gelegt wird und die Effekte anschließend nicht mehr weitere Therapieformen beeinflussen oder für den Patient inakzeptabel sind.

7.4 Krafttraining und Asymmetrie

Asymmetrisch ausgeprägte Querschnittslähmungen geben Anlass, das Krafttraining kritisch zu überdenken. In vielen Fällen besteht eine mehr oder weniger deutliche Differenz der motorischen Funktionen zwischen der linken und rechten Körperseite. Das therapeutische Vorgehen mittels Krafttraining sollte deshalb differenziert werden. Entscheidend dabei ist das erreichbare funktionelle Niveau. Es versteht sich von selbst, dass die schwächere Seite soweit wie möglich trainiert werden sollte, um die Kraftdifferenz der Rumpfmuskulatur zwischen links und rechts zu minimieren. Gelingt das nicht oder nur unzureichend, sind Fehlhaltungen mit einer nachfolgenden Ausbildung einer Skoliose meist nicht zu vermeiden. Die Sitzposition im Rollstuhl wird dabei zu einer Seite hin verlagert, so dass es im Gesäßbereich vermehrt zu Druckspitzen mit nachfolgenden Dekubitalulcera kommen kann.



Die kräftigere Seite muss differenziert hinsichtlich ihrer tatsächlichen Kraft und einsetzbaren Koordination eingeschätzt und trainiert werden. Zum einen muss sie in vielen Fällen motorische Funktionen übernehmen und von daher muskulär gut vorbereitet werden und andererseits können dadurch auch Bewegungsmuster auf der schwächeren Seite initiiert werden. (Horisberger, Merlach: PNF & Overflow. Diplomarbeit an der Feusi Physiotherapieschule Bern, 2001) Die im Alltag benötigten Funktionen können ein Maß für die zu akzeptierende Seitendiskrepanz sein. Beim Krafttraining ist zu beachten, dass auf der linken und rechten Seite unterschiedliche koordinative Fähigkeiten, Kraft- und Sensibilitätsgrade vorliegen können. Somit ist beim Testen der Maximalkraft nach der jeweiligen Seite zu unterscheiden. Die Folge kann ein seitenweise differenziertes Training sein. Das gilt auch für Patienten die vor ihrer Querschnittslähmung bereits Haltungsasymmetrien aufwiesen.

Sporttherapeutische Interventionen wie Bogenschießen oder Tischtennis können hilfreich sein, die Differenz der motorischen Funktionen hinsichtlich der Kraft und Koordination zu verringern. Eine individuelle physiotherapeutische Behandlung unter besonderer Berücksichtigung der autochthonen Muskulatur ist dabei besonders indiziert.

7.5 Krafttraining und muskuläre Dysbalancen

Muskuläre Dysbalancen entstehen bei einer Querschnittslähmung häufig durch die Innervierung von Agonist und Antagonist aus verschiedenen Rückenmarksegmenten.

Beispiele für häufig vorkommende Dysbalancen sind:

- Bei einer Querschnittslähmung unterhalb C6/7 kann der M. biceps brachii vollständig und der M. Triceps brachii nur teilweise innerviert sein. In diesem Fall bildet sich eine Dysbalance aus, die möglicherweise langfristig das muskulär abgesicherte Ellbogengelenk schädigt. Ziel des Krafttrainings ist es, diese muskulären Dysbalancen weitestgehend abzubauen, um einerseits einen hohen Funktionsgewinn zu erhalten und andererseits Schäden an den beteiligten Gelenken zu vermeiden. Allerdings muss dabei im M. triceps brachii ein Kraftgrad von mindestens 3 oder 4 nach Janda vorhanden sein. (Janda, V., Muskelfunktionsdiagnostik. Verlag Acco, Leuven, 1972)
- Bei einer Querschnittslähmung unterhalb C6 ist der M. biceps brachii vollständig und der Antagonist M. triceps brachii gar nicht innerviert. Sofern der Muskel nicht zur pathologischen Verkürzung neigt, sollte der innervierte Muskel im Rahmen der funktionellen Notwendigkeiten trainiert werden.

Die muskuläre Dysbalance ist auch durch fehlendes Training nicht auszugleichen. Die funktionellen Vorteile eines trainierten Muskels sollten aber genutzt werden.

- Bei einer motorisch inkompletten Querschnittlähmung im unteren Lendenwirbelbereich (sub L5–S2) liegt häufig ein hohes Kraftniveau des M. quadriceps und ein wesentlich vermindertes beim M. iliopsoas und den Mm. ischiocrurales vor. Das liegt nicht nur an einer unterschiedlichen Innervation dieser Muskelgruppen, sondern resultiert häufig auch aus dem Bestreben schnellstmöglich zum Stehen und Gehen, also zu einer Körperstreckung zu gelangen. Der ischiocruralen Muskulatur kommt indes eine wesentliche Bedeutung bei der Kniestabilisierung, insbesondere in der einbeinigen Standphase beim Gehen zu. Aufgrund einer ungenügenden muskulären Führung kann eine häufige Überstreckung des Kniegelenkes langfristig zu Schäden führen. Das Training der Beugemuskelatur bedarf aus den genannten Gründen einer besonderen Beachtung.



- Bei Querschnittgelähmten führt langjähriges Rollstuhlfahren meist zu einem sehr guten Kraftniveau der ventralen Muskulatur wie M. deltoideus ant. und M. pectoralis major. Die dorsalen Antagonisten wie M. rhomboideus, M. latissimus dorsi etc. sind hingegen oftmals weniger ausgeprägt, was häufig zu einer Schulterprotrusion führt und damit einer Schulterarthrose im Schultergelenk Vorschub leisten kann. Neben einer möglichst aufrechten Sitzposition im Rollstuhl muss auch bei Patienten in der postakuten Phase, wie auch bei den langjährigen Rollstuhlfahrern ein intensives und möglichst regelmäßiges Trainieren der dorsalen Schulter- und Schulterblattmuskulatur erfolgen.

7.6 Dehnen/Stretching – Ja oder Nein?

In sportlichen Bewegungsformen, so auch im therapeutischen Krafttraining, in denen die Leistungen nicht gemessen oder bewertet werden, schließt man in der Regel das Erwärmen mit dem *Dehnen* oder *Stretching* ab, bevor man die erste Belastungsphase des Krafttrainings beginnt.

- Wie aber verhält es sich mit dem viel propagierten Stretching nach harten Trainingsbelastungen?**
- Zu welchem Zweck unterziehen sich Trainierende überhaupt dieser Prozedur?**
- Welche Wirkungen möchte man eigentlich mit den verschiedenen Techniken des Dehnens erzielen?**
- Welche physiologischen Hintergründe glaubt man mit dem Stretching zu beeinflussen?**
- Wie dehnt man richtig?**

Wohl kaum ein Aspekt in der Trainingswissenschaft wurde ausgehend der 80er Jahre so kontrovers diskutiert und zum Gegenstand zahlreicher Publikationen erkoren. Die nachfolgend aufgeführten positiven Effekte glaubt man einem optimalem Dehntraining zuschreiben zu können:

1. Schutz vor Verletzungen
2. Vermeidung oder Linderung von Muskelkater
3. Verbesserte Regeneration und kürzere Erholungszeiten nach Belastungen
4. Vergrößerung der Bewegungsamplitude - Verbesserung der Beweglichkeit
5. Beseitigung von muskulären Dysbalancen
6. Abnahme der Muskeldehnspannung durch Verlängerung verkürzter Muskeln
7. Verbesserung der psychischen Entspannung
8. Leistungsfördernde Effekte

Bevor die einzelnen Effekte hinsichtlich ihrer Wirkung näher beleuchtet werden, soll zu Beginn kurz der Aufbau einer Muskelfaser erläutert werden.

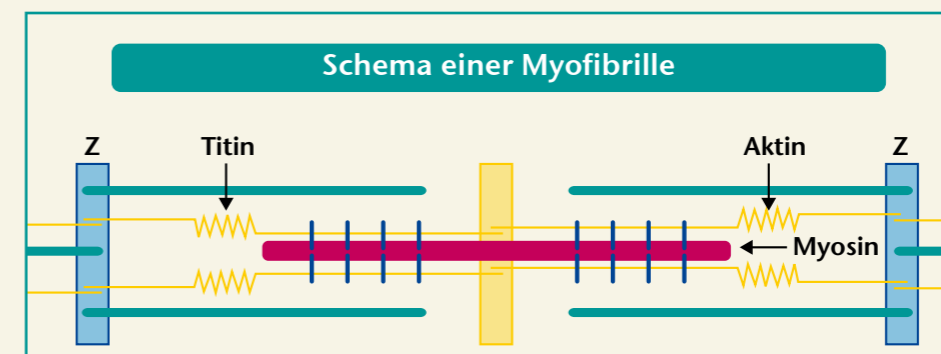


Abb. 27 Schematisierte Darstellung einer Myofibrille (<http://www.anatom.unituebingen.de/docs/MolHistoSS2005/05Muskelgewebe.pdf>)

Der Muskelbauch besteht aus zahlreichen Muskelfasern, die sich wiederum in einzelne Muskelfibrillen (Myofibrillen) unterteilen lassen. In der isolierten Darstellung einer Myofibrille erkennt man deutlich helle senkrechte Streifen, die so genannten Z-Streifen.

Der Bereich zwischen zwei Z-Streifen wird Sarkomer genannt und ist die kleinste funktionelle Einheit eines Muskels. Im Sarkomer, in dem sich Aktin-, Myosin- und Titinfilamente befinden, findet die eigentliche Muskelkontraktion statt. Beim Kontraktionsvorgang bleiben die Längen der Eiweißfilamente Aktin und Myosin konstant. Die Verkürzung erfolgt dadurch, dass die Aktinfilamente zwischen die Myosinfilamente gleiten, wobei der Querbrückenzyklus als Mechanismus wirkt.

Dabei nähern sich die beiden Z-Scheiben einander an und es kommt zu einer Verkürzung des Sarkomers. Bei maximaler Kontraktion verschwindet sogar die M-Bande. Das bereits erwähnte tertiäre Muskelprotein Titin ist in der Z-Scheibe und M-Linie verankert. Das riesige Molekül ist Quelle der Ruhespannung und sorgt im Muskel sowohl für Stabilität als auch Elastizität. Jeweils 6 Titinfilamente bilden mit einem Myosinfilament als Titin-Myosin-Komplexfilament eine funktionelle Einheit. Es wirkt wie eine elastische Feder, welches die Muskelzelle immer wieder in die Ruhelänge zurückzieht und auch vor Überdehnung schützt. Hypertrophiert ein Muskel durch Zunahme von Aktin und Myosin, bildet sich mehr Titin und der Muskel leistet mehr Widerstand bei Dehnung.

Dies bedeutet eine Steigerung der Ruhespannung, was jedoch nicht mit einer funktionellen „Muskelverkürzung“ gleichgesetzt werden darf, da die Dehnfähigkeit dadurch nicht zwangsläufig vermindert wird.

Um eine Einordnung der verschiedenen Dehntechniken zu erleichtern, soll nachfolgende Grafik zum besseren Verständnis beitragen:

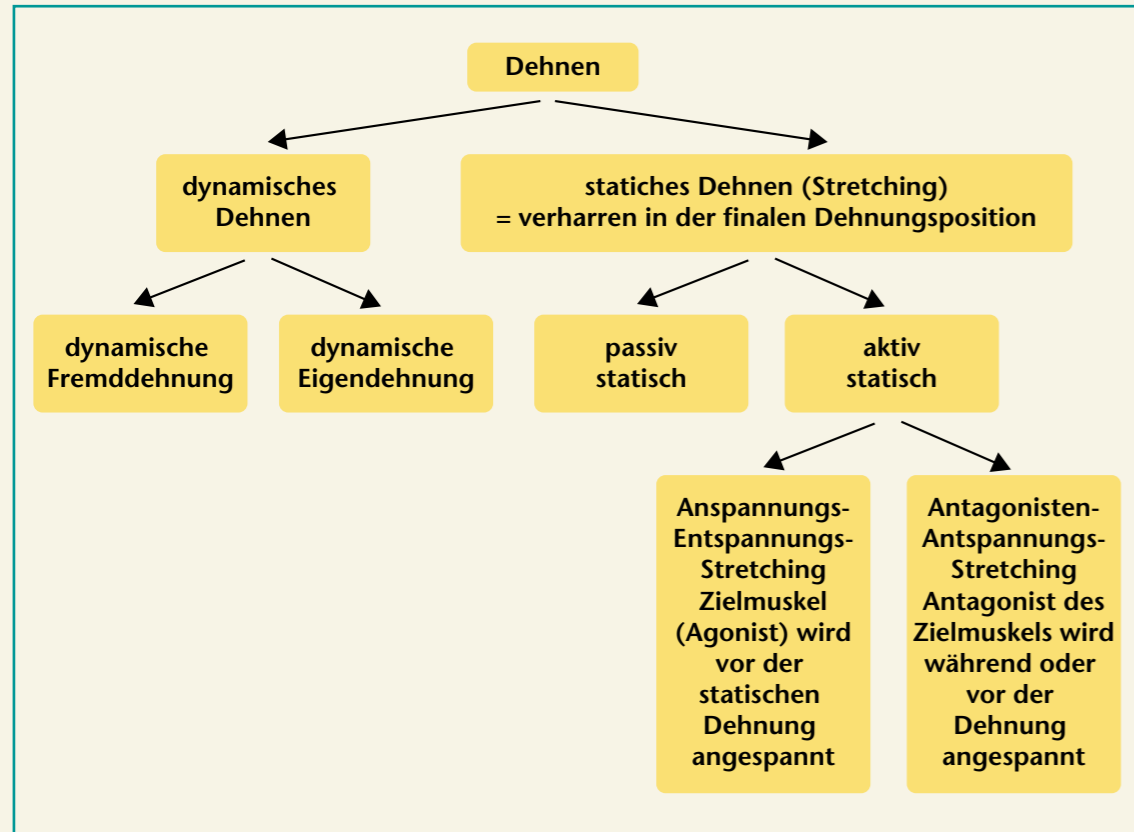


Abb. 28 Formen der Muskeldehnung nach Wiemeyer (2000), Wydra/Glück (1999) und Klee (1999)

Wie verhält es sich nach neuem Kenntnisstand tatsächlich mit diesen vielfach propagierten Thesen?

Zu 1.: Herbert und Gabriel (2002, p.470) wiesen anhand zweier zitierter Studien ein um 5% mäßig reduziertes Verletzungsrisiko durch Dehnen nach. Das bedeutet, dass ein normal Sporttreibender 23 Jahre dehnen müsste, um eine einzige Verletzung zu vermeiden. (Herbert & Gabriel 2002)
Die Studienergebnisse sind Statistik und leider auch mit systematischen Fehlerquellen versehen. So weiß man beispielsweise nicht, wie und wie lange gedehnt wurde oder es wurden alle Verletzungen gezählt, auch die, die Dehnen garantiert nicht verhindern kann (Tritt in die Ferse). Weiter ist ungewiss, ob die Erwärmung korrekt erfolgte – der wichtigste Aspekt, um Verletzungen verhindern zu können. (Siehe Kap.3.4.) Das Aufwärmprogramm einfach nur durch Dehnübungen zu ersetzen, hieße Verletzungen gegenüber wesentlich anfälliger zu sein. Bei intensivem Dehnen kommt es zu Verformungen des kollagenen Bindegewebes, das zwar auch elastisch ist, jedoch über wesentlich geringere Rückstellkräfte als die kontraktilen Myofibrillen verfügt. Verformtes Gewebe reißt schneller ein, wodurch Verletzungen wahrscheinlicher werden.

Zu 2.: Der Muskelkaterschmerz entsteht durch feine Einrisse in den Fasern mit nachfolgender Schwellung des verletzten Gebietes aufgrund übermäßiger mechanischer Belastung seiner kontraktilen Filamente. Bei unsachgemäßer Durchführung kann das Dehnen u. U. bereits den Muskelkater hervorrufen bzw. nach starken Trainingsbelastungen die entstandenen Mikrotraumen durch weiteren Zug auf die gestörte Struktur enorm verstärken. Im Hinblick auf die Muskelkaterprophylaxe hat Wiemeyer (2002) versucht, den Stand der Forschung darzustellen. Er gelangte zu dem Schluss, dass es in den wenigen experimentellen Untersuchungen keine signifikanten Hinweise für prophylaktische Effekte gab.

Wiederum Herbert und Gabriel (2002) verglichen fünf Studien miteinander, in deren Ergebnis das Dehnen den Muskelkaterschmerz erst 72 Stunden nach der Belastung reduziert, jedoch lediglich um 2 mm auf einer 100 mm Skala.

Zu 3.: Besonders die statische Dehnung nach anstrengenden Trainingsbelastungen bewirkt durch die muskuläre Längenausdehnung die Komprimierung kleiner Gefäße. Freiwald (2004) führte Ultraschalluntersuchungen durch, in denen er nachweisen konnte, dass es während des Dehnens zu einer Minderdurchblutung im übersäuerten Muskel kommt, der die Regeneration verlangsamt. Weitere Tests mit 78 Probanden ergaben einen verzögerten Laktatabbau im Blut und somit eine verzögerte Erholung beim statischen Dehnen (Stretching). Beim dynamischen Dehnen konnten weder positive noch negative Effekte nachgewiesen werden. Am Besten eignet sich für eine schnellere Regeneration ein lockeres 5-10 minütiges Auslaufen oder Radfahren sowie durchblutungsfördernde Maßnahmen wie Sauna, warme Bäder usw.

Zu 4.: Stretching ist die einzige Möglichkeit, die Beweglichkeit deutlich zu verbessern und bis ins hohe Alter zu erhalten. Diese Verbesserung ist nicht auf eine dauerhafte Verlängerung der Muskeln, die eine genetisch vorgegebene Länge aufweisen und an die Länge des Knochens angepasst sind, sondern auf eine größere Flexibilität der Gelenkkapseln und Bänder zurückzuführen. Ein langsames dynamisches und statisches Dehnen führt zu einer kurzfristigen Verlängerung des passiven kollagenen Bindegewebes. Die kollagene Faser selbst hat keine elastisch nachgebende Funktion. Sie zerreißt bereits bei einer Längenänderung um mehr als 1/3 ihrer Gesamtlänge. Während die Aktin- und Myosinfilamente bei einer Dehnung auseinander gezogen werden, nimmt der Überlappungsgrad von Aktin und Myosin und damit die maximal mögliche Spannung der kontraktilen Elemente ab. Gleichzeitig werden neben den kontraktilen Myofibrillen auch die kollagenen Mikrofibrillen gedehnt, die der Dehnung einen wachsenden Widerstand entgegensetzen. Dies geschieht, wie Brokmeier (2000) formuliert, durch das Abflachen ihrer Wellenform, in welcher die positiv geladenen kollagenen Fibrillen von den negativ geladenen Molekülen der Matrix (Proteoglycane) gehalten werden. Damit wird eine unphysiologische Überdehnung der kollagenen Fasern verhindert, die nach Ullrich und Gollhofer (1994) aufgrund ihrer zunehmenden Visko-Elastizität (Stiffness) bei stärker werdender Dehnung den Verlust der Filamentüberlappung verhindern soll. Der Muskel setzt damit der Bewegung weniger Widerstand entgegen, kann andererseits aber auch eine geringere kinetische Energie speichern. Dies stellt für Schnellkraftsportarten eine unter „Zu 8.“ noch zu skizzierende Leistungslimitierung dar, die jedoch nur von kurzer Dauer ist. Auch die Muskulatur kehrt nach dem Dehnen nicht sofort in ihren Urzustand zurück (Dehnungsrückstand), sondern ist ebenfalls kurzfristig verlängert (Creeping-Effekt). Dieser Rückstand ist beim ersten Dehnen besonders ausgeprägt und reduziert sich bei jeder weiteren Dehnung. In Tierexperimenten unterzog man Muskeln einer Dauerdehnung über eine Woche, wobei mittelfristig eine Verlängerung der Muskeln durch eine erhöhte Anzahl von Muskelzellen (Sarkomeren) beobachtet wurde. In den meisten Vergleichsuntersuchungen zur kurzfristigen Verbesserung der Beweglichkeit schneiden die verschiedenen aktiv-statischen Dehntechniken (hier besonders das Dehnen nach vorausgegangener Anspannung) und das dynamische Dehnen mit dem Schwerpunkt Bewegungsweite (im Gegensatz zu Geschwindigkeit) am effektivsten ab und scheinen gleiche Wirkungen auszulösen.

Zu 5.: Aus der Trainingspraxis sind oftmals stereotype Beobachtungen an der Arbeitsmuskulatur überliefert: Der Organismus verfügt über Muskeln, die bei ausgeübter Dehnung eine unerwartet hohe Spannung erzeugen und andere, die bei Kraftanforderungen unerwartet abgeschwächt in Erscheinung treten. Janda (1986) prägte für diesen Befund den Begriff der muskulären Dysbalance. Diese hohe Spannung in der Muskulatur muss nicht Ausdruck einer anatomischen „Muskelverkürzung“ sein. Unter Umständen ist sie von funktioneller Natur, um das arthro-muskuläre Gesamtsystem zu schützen. Bei Verletzungen, Fehlstellungen, Fehlhaltungen oder –belastungen von Gelenken versucht das Nervensystem über die Muskulatur das Gelenk keiner weiteren Überlastung auszusetzen. Dies erfolgt entweder über eine Erhöhung oder eine Absenkung des Muskeltonus. Freiwald und Engelhardt (1999) erweiterten aus dem Grunde den von Janda etablierten Begriff zur **neuromuskulären Dysbalance**. Neuromuskulär bedingte Einschränkungen der Dehnbarkeit können durch Dehnung nicht beeinflusst werden. Durch eine Dehnung dieser scheinbar verkürzten Muskulatur werden unter Umständen gelenkschützende Mechanismen negativ beeinflusst. (Freiwald & Engelhardt, 1999) Nach Beseitigung oder Behandlung dieser Störungen reguliert sich der Muskeltonus oftmals spontan auf den normalen Zustand ein und die Einschränkungen der Dehnbarkeit lösen sich auf. In vielen Sportarten kommt es zur Ausprägung spezieller optimaler Faserspektren (schnell/langsam)

und zu Adaptationen der agonistischen und antagonistischen Muskelgruppen. Eine Massenzunahme ist immer auch verbunden mit einer Zunahme der Titinfilamente und damit auch mit einer verringerten Dehnbarkeit der Muskulatur (Klee, 2003). Auch hierbei handelt es sich nicht um ein verschlechtertes synergistisches Zusammenspiel, sondern um eine optimale Anpassung des Systems an die Erfordernisse der Sportartspezifik. Analog dazu wird bei Haltungsschwächen aus diesem Grunde ein Krafttraining der Antagonisten empfohlen, mit dem eine Zunahme der Muskelmasse und einer Vergrößerung der Titinmasse im Muskel erzielt werden soll, die zur Spannungserhöhung der abgeschwächten Muskelgruppe führt. (Klee, 1995, 2003) Eine weitere Maßnahme zur Beseitigung muskulärer Dysbalancen ist die systematische Veränderung des Arbeitsbereiches des Gelenkes.

Zu 6.: Die Länge des Muskels ist abhängig von der Anzahl der in Reihe geschalteten Sarkomere. Diese passt sich je nach Erfordernis dem Verhältnis zur günstigsten Kraftübertragung des Muskels an. Das Optimum der Sarkomerlänge ist für diejenige Muskellänge garantiert, bei der sich unter den Alltagsbedingungen die größtmögliche aktive und passive Spannung entwickelt, wie bereits Williams und Goldspink (1978) feststellten.

„Die Anpassung der Sarkomere an die notwendige Länge zur optimalen Kraftentwicklung steht im Verhältnis zu den Winkelstellungen des Gelenks.“ (Brokmeier, 2000)

Ein dauerhaft gedehnter Muskel erhöht und ein immobilisierter Muskel in erzwungener Verkürzung vermindert die Zahl der Sarkomere um das Maß, das optimale Voraussetzungen für die Ausprägung von Maximalkraft in dem jeweiligen Zustand bietet. Gemessen am Bindegewebe benötigt die Adaptation des Muskels nur wenige Tage. Relevant ist die Zahl der Sarkomere insbesondere für die optimale Überlappung der kontraktilen Filamente Aktin und Myosin, die nur in einem genetisch determinierten Bereich ein Maximum an Kraft aufbringen können. Auch die neurophysiologischen Reaktionen widersprechen der These einer dauerhaften Muskelverlängerung als Resultat nach passiven Dehnreizen und damit verbundener Absenkung der Muskelspannung. Durch den Dehnungsreiz erhöht sich das Erregungspotential der spinalen Eigensysteme und der Reflexonus wird gesteigert. Das hat zur Folge, dass einzelne Reflexbögen bzw. die Kontraktion des ganzen Muskels aktiviert werden. Synchron dazu wird der Antagonist mit einbezogen, so dass durch diese simultane Steigerung von Agonist- und Antagonistenaktivität die funktionelle und mobile Gelenkstabilität gewährleistet wird, die notwendig ist, um Verletzungen abzuwenden.

Wydra et al. stellt 1991 fest, dass es mit dem Wissen um die neurophysiologischen Vorgänge keinen Sinn macht, eine der o.g. Dehntechniken zu favorisieren, da gleichermaßen mit der Abnahme der Überlappung der Sarkomerproteine eine Erhöhung der EMG-Aktivität im gedehnten Muskel nachgewiesen wurde.

Zu 7.: Nach einem konzentrierten Dehnen fühlen sich Trainierende entspannter, geschmeidiger und lockerer. Ihre Körperwahrnehmung verändert sich. Das seelische Wohlfühlgefühl geht jedoch noch viel tiefer, denn Dehnungsübungen/Stretching sorgt nicht nur für subjektiv muskuläre, sondern auch für geistige Entspannung. Einer Studie von Mück-Weymann (2004) mit 11 gut trainierten Kraftsportlern zufolge, ergab bereits ein 15 minütiges Dehnen eine deutliche Senkung der Herzratenvariabilität, die als sehr sensibles Maß für die Entspannung gilt. Ein angenehm gedehnter Muskel sendet Signale an das Gehirn, die den eher beruhigend wirkenden Parasympathikus beeinflussen. Mit der Muskulatur lockert sich also der Stressknoten im Kopf und hinterlässt nicht nur entspannte Erschlaffung, sondern liefert frische Energie für nachfolgende Aktionen. So scheint es wahrscheinlich, dass Stretching vorwiegend bei älteren Männern positive Effekte auf das autonome Nervensystem (Stressreduktion) und eine kardiorespiratorische Ökonomisierung hervorbringt.

Zu 8.: Letztendlich ist die wichtigste Frage für Sporttreibende die nach der Erhöhung der sportlichen Leistungsfähigkeit. Henning & Podzielny (1994), Rosenbaum & Henning (1997), Wiemeyer (2002 und 2003) und Begert & Hillebrecht (2003) untersuchten die Zusammenhänge von Dehneffekten auf die vertikale Sprungkraftleistung, Auswirkungen auf die Reaktionszeit sowie die unterschiedlichen Einflüsse des statischen und dynamischen Dehnens auf die Sprungkraft. Als Ergebnis postulierten sie negative Auswirkungen des statischen Dehnens unmittelbar vor Schnellkraftbelastungen, die nur kurze Effekte aufwiesen (die Sprunghöhe von Sportlern nahm um 3 - 12% ab) und durch anschließende Schnellkraftübungen wieder nivelliert wurden. Starkes Dehnen verlängerte die Reaktionszeit der

Muskulatur und veränderte nachhaltig die intramuskuläre Koordination. Dehnen vor dem Training oder Wettkampf verbessert die Leistungsfähigkeit nicht. Die Maximal- und vor allem die Schnellkraft verringerten sich innerhalb der ersten Stunde um 2–20%.

Fazit und Empfehlungen für die Trainingspraxis

- Um besonders die im Bereich des Sports notwendige Beweglichkeit aufrechtzuerhalten, bedarf es *aktiver* (konzentrischer **und** exzentrischer) *mechanischer Belastungen über die gesamte Bewegungsamplitude des arthromuskulären Systems*. Nur dadurch lassen sich die gewünschte Länge des Muskels, eine Verbesserung der neuromuskulären Steuerung und ein optimales physiologisches Verhältnis aller aktiven und passiven Gewebe eines Muskels garantieren. (Brokmeier, 2000)
- *Eigendehnung ist besser als Fremddehnung*, da die vielfältigen sensorischen Rückmeldungen zu einer größeren Reduktion der Dehnungsspannung und der Bewegungsreichweite führen.
- *1 - 3 Wiederholungen* zeigen die größten Erfolge bei der Verbesserung der Bewegungsreichweite und Herabsetzung der Dehnungsspannung. Nach ca. 4 - 5 Wiederholungen kommt es nur noch zu geringen Zuwächsen! (Klee, 2003) u. (Glück, Schwarz, Hoffmann und Wydra (2002)
- *Kurzzeitige maximale Dehnungen* erbringen einen größeren Beweglichkeitszugewinn als weiche Dehnungen. (Marschall, 1999)
- *Dehnungen nicht länger als 10 - 20 Sekunden halten*, da sehr langes Dehnen negative Auswirkungen im Hinblick auf die Schnellkraft bzw. die Entstehung von Muskelkater haben. In den ersten 10-20 Sekunden nach Erreichen der Dehnendstellung erfolgt der stärkste Abfall der Dehnungsspannung. (10 - 20%). (Wiemeyer, 2000)
- Nach Möglichkeit *keinen übermäßigen Dehnschmerz auslösen*, um neuronale Reflexaktivitäten im Muskel nicht zu provozieren.
- Vergleichsstudien weisen eher *Vor- als Nachteile der dynamischen Dehntechniken* nach (dynamisch im Hinblick auf Betonung der Bewegungsweite und nicht der Bewegungsgeschwindigkeit).
- Passiv-statisches Dehnen ist allen anderen Dehntechniken unterlegen. < *Besser: aktiv-statisch oder dynamisch Dehnen!* (Wiemeyer, 2000)
- *Bei Bewegungseinschränkungen erst der Ursache auf den Grund gehen* (Blockierungen, Fehlstellungen usw.) und entsprechend behandeln oder korrigieren. Erst danach die Aufrichtungsmuskulatur aktivieren, Spannungszustand normalisieren – Steuerungsprozesse verlaufen zentralnerval!
- Aufgrund des derzeitigen Wissensstandes lässt sich *keine* spezielle Dehntechnik präferieren. Daher ist für einen Methodenpluralismus zu plädieren, in dem die verschiedenen Techniken situationsangepasst und in einer pädagogisch begründeten Methodik verwandt werden. Der Vorteil statischer Dehntechniken liegt im einfacheren und eindeutigeren Zugang zur Zielstellung der Muskeldehnung. Die zu dehnende Muskelgruppe kann genauer erfüllt werden als durch das dynamische Dehnen und stellt die Voraussetzung für die Anwendung komplexerer Dehntechniken dar. Somit sollte sie beim Training mit Patienten und Rehabilitanden zu Beginn bevorzugt zum Einsatz kommen. Statisches und dynamisches Dehnen sollten auch nicht zu differenziert voneinander betrachtet werden. Die Übergänge zwischen beiden Techniken sind absolut fließend. Entscheidend ist die Dynamik der Bewegungsausführung, d.h. sowohl die Geschwindigkeit als auch die Bewegungsamplitude lassen sich beim dynamischen Dehnen auf ein Minimum verringern. (Wydra & Glück, 1999) Der eher konservative Rahmen des vorwiegend krankengymnastisch ausgerichteten Funktionsbegriffs sollte zukünftig wesentlich stärker erweitert werden auf Aspekte der Alltags-, Arbeits- und Sportmotorik. Aus diesem Grund müssen unbedingt komplexe funktionelle Übungsformen unter

Einbeziehung ganzer Muskelschlingen zum Einsatz gelangen, die die Gelenke über ihren gesamten Arbeitsbereich beweglich machen sowie die Biomechanik im synergistischen Zusammenspiel berücksichtigen.

7.7 Krafttraining und Medikation

Bei der Anwendung und Durchführung des Krafttrainings mit Patienten, die eine Rückenmarksläsion aufweisen, wird immer wieder die Frage diskutiert, ob ein solches überhaupt indiziert sei. Einer der Aspekte, weswegen das Krafttraining unter Umständen zu überdenken oder gar kontraindiziert sein könnte, ist der medikamentöse Einfluss, dem beinahe alle Patienten mehr oder minder stark ausgesetzt sind, und seine Auswirkungen auf die Willkürmotorik sowie psychischen Regulative.

Welche pharmakologischen Präparate und Substanzen interessieren in diesem Zusammenhang, worauf zielen sie ab und wie wirken sie im Organismus?

Folgende Wirkstoffgruppen (mit exemplarisch aufgeführten Arzneimittelnamen) gilt es aufgrund der paraplegiologischen Verschreibungspraxis näher zu betrachten:

- **Muskelrelaxantien** (*Lioresal[®]*, *Dantamocrin[®]*, *Botox[®]*, *Sirdalud[®]*, *Musaril[®]*)
- **Sedativa** (*Ximovan[®]*, *Faustan[®]*)
- **Urospasmolytika** (*Dridase[®]*, *Spasmex[®]*, *Mictonorm[®]*)
- **Antikonvulsiva** (*Lyrica[®]*, *Tegretal[®]*, *Neurontin[®]*)
- **Sympathomimetika** (*Thomasin[®]*, *Pholedrin[®]*)
- **Antibiotika** (*Tazobac[®]*, *Ciprobay[®]*, *Nifurantin B6[®]*, *Elobact[®]*, *Zienam[®]*, *Refobacin[®]*)
- **Spasmolytika** (*Buscopan[®]*)

Der Übersichtlichkeit halber wurden ausschließlich gängige Präparate mit ihren übergeordneten Wirkstoffgruppen aufgeführt, die in ihren jeweiligen Wirkmechanismen entweder zentral oder peripher den Muskelstoffwechsel unmittelbar bzw. mittelbar beeinflussen. Dabei wurden bewusst auf pharmakologische Untergruppierungen und im Falle der **Antibiotika** sogar auf die Unterteilung der umfangreichen Wirkstoffgruppen (Aminoglycoside, Carbapeneme, Cephalosporine, Chinolone, Penicilline etc.) verzichtet, weil sie für das allgemeine Verständnis und die zu benennenden Zusammenhänge von untergeordneter Rolle sind.

Da es sich zum Teil um recht komplexe Wirkmechanismen handelt, soll einleitend kurz auf einige neuropsychologische Grundlagen eingegangen werden.

Neuromuskuläre Erregungsübertragung an der motorischen Endplatte

Die fortgeleitete Erregung einer Nervenfasers (Axon) wird über die motorische Endplatte (auch neuromuskuläre oder synaptische Endplatte) auf die Skelettmuskelfaser übertragen. In der Regel besitzt jede Muskelfaser (Muskelzelle) eine motorische Endplatte, die sich im mittleren Drittel der Faser befindet. Als funktionelle Einheit besitzt sie einen präsynaptischen neuronalen und einen postsynaptischen muskulären Anteil, die durch einen 15-30 nm breiten synaptischen Spalt voneinander getrennt sind. Die Nervenfasers verliert an ihrem Ende ihre myelene Markscheide und gliedert sich in mehrere Äste, die von einer präsynaptischen Membran umgeben werden. Diese Endabschnitte des Axons sind reich an Mitochondrien und Vesikeln (Bläschen), in denen die Überträgersubstanz Acetylcholin enthalten ist.

Erreicht ein Nervenimpuls die kolbenartigen Endabschnitte der Nervenfasers (präsynaptisch einlaufendes Aktionspotential), kommt es unter Öffnung von spannungsgesteuerten Calciumkanälen zur Depolarisation, in deren Ergebnis schlagartig Acetylcholin in den synaptischen Spalt freigesetzt wird. Das Acetylcholin dockt an postsynaptisch auf der Muskelfaser liegenden spezialisierten Nicotin-Rezeptoren

(R. des sympathischen Nervensystems) an und durch eine lokale Depolarisation der postsynaptischen Membran entsteht das sogenannte Endplattenpotential. Da sich pro Aktionspotential 200-400 Vesikel in den synaptischen Spalt entleeren, erreichen die Endplattenpotentiale eine Größe von 40-60 mV, d. h. sie überschreiten die Erregungsschwelle. Dadurch kommt es zu einer schnellen Depolarisation der gesamten Muskelfaser durch Aktivierung spannungsaktiver Natriumkanäle in der Umgebung der subsynaptischen Membran (Erregungsauslösung). Über das transversale System wird diese Erregung auf das longitudinale System (sarkoplasmatisches Retikulum) übertragen, die dort aus den Speichern Calciumionen freisetzen, wodurch eine Kontraktion des Muskels ausgelöst wird (elektromechanische Kopplung). Innerhalb von 2 ms wird das freigesetzte Acetylcholin durch Acetylcholinesterase hydrolysiert bzw. gelangt ungespalten ins Blut - das Ruhepotential ist wieder hergestellt. (Thews, Mutschler & Vaupel, 1999, Universitätsklinikum Ulm – Neurologie, Bufler, 2005)

Die pharmakologische Wirkstoffgruppe, die den größten Einfluss auf die Willkürmotorik ausübt, sind die **Muskelrelaxantien**. Hierbei handelt es sich um die Skelettmuskulatur erschlaffende Substanzen (reversibel), die in peripher angreifende und zentral wirksame unterschieden werden.

Bei den **peripher angreifenden Muskelrelaxantien** kann die o.g. neuromuskuläre Übertragung beeinflusst werden

1. präsynaptisch durch die Verhinderung der Acetylcholinfreisetzung bsw. durch **Botulinustoxin** (Wirkstoff von *Botox[®]*) oder
2. postsynaptisch durch die Hemmung der elektromechanischen Kopplung z. B. durch **Dantrolen** (Wirkstoff von *Dantamocrin[®]*).

Botulinustoxin wird über spezielle Rezeptoren aufgenommen und an den präsynaptischen Akzeptor cholinergischer Nervenendigungen gebunden. Von dort spaltet es spezifisch genau das Protein (Synaptobrevin), das für die Ausschüttung der Vesikel und damit für die Freisetzung des Acetylcholins verantwortlich ist, indem Kontaktstellen zerschnitten werden. Somit ist die Übertragung von Nervenimpulsen zum Muskel gehemmt, wodurch je nach Dosierung eine Schwächung oder Lähmung der Zielmuskulatur eintritt. Andere Nervenfunktionen - wie das Fühlen oder Tasten - werden davon nicht beeinflusst. Nach einer therapeutischen Injektion baut sich die Wirkung langsam auf und erreicht nach 5-10 Tagen ihren Höhepunkt. Nach ca. 3-4 Monaten sprossen die Nervenendigungen neu aus, wodurch die Muskeln wieder aktiviert werden können. Mögliche Nebenwirkungen können auftreten, wenn es bei der Behandlung mit Botulinustoxin zu einer größeren Ausbreitung des Toxins um den Injektionsort kommt. Somit können auch Synapsen blockiert werden, die weiter entfernt liegen und angrenzende Muskelareale mit beeinträchtigen. (<http://www.uni-ulm.de/klinik/neurologie/0313.html>, 24.07.05)

Dantrolen wirkt an der Muskelfaser selbst. Es entkoppelt die muskulär ankommende Erregung und die Kontraktion der Skelettmuskulatur, indem es die Calciumfreisetzung aus dem sarkoplasmatischen Retikulum in das Myoplasma hemmt. Es wirkt an der quergestreiften Muskulatur relaxierend, beeinflusst aber nicht die neuromuskuläre Übertragung. Es wurde nachgewiesen, dass die Wirkung an schnellen Muskeln stärker ist als an langsamen, der Effekt jedoch von der Innervationsstärke abhängt. Dantrolen beeinflusst ebenfalls die intrafasalen Muskelfasern, wobei noch ungeklärt ist, inwieweit die Hemmung der Motoneuronenerregung über die Beeinflussung der Muskelspindeln in den therapeutischen Effekt eingeht. Bei ungefähr 30% der Patienten wird die Spastizität gut bis mittelgradig verbessert. Die dabei beobachtete Muskelschwäche ist limitierender Faktor für tägliche Trainingsbelastungen. Verschiedene andere Symptome, wie Übelkeit, Appetitlosigkeit, gastrointestinale Beschwerden, depressive Verstimmung können ebenso auftreten. In sehr hoher Dosierung wird die Herzmuskelkraft verringert, die bis zur Herzinsuffizienz führen kann. (Haaß, 1989, 33-54)

Peripher angreifende Muskelrelaxantien werden immer dann eingesetzt, wenn eine Erschlaffung der quergestreiften (Skelett-) Muskulatur erwünscht ist. Sie finden Einsatz zur Muskeltonussenkung bzw. Spasmusminderung.

Die chemisch sehr differenzierten Substanzen der *zentral angreifenden Muskelrelaxantien* verringern den Skelettmuskeltonus durch ein Angreifen an zentralen Synapsen und zwar vor allem durch die Hemmung polysynaptischer Reflexe. Auf die neuromuskuläre Übertragung an der motorischen Endplatte haben sie dagegen keinerlei Einfluss.

Baclofen (Wirkstoff von *Lioresal®*) wirkt über den hemmenden Effekt von Gamma-Aminobuttersäure (GABA). Diese spezielle Aminosäure ist überall im ZNS verbreitet. Baclofen greift direkt den GABA-B-Rezeptor an, der wichtigsten hemmenden Überträgersubstanz, die sowohl prä- als auch postsynaptisch lokalisiert ist. Die muskeltonussenkende Wirkung von Baclofen beruht auf einer vorwiegend im Rückenmark ansetzenden Verstärkung der präsynaptischen Hemmung durch Blockierung spannungsabhängiger Calciumströme, die zu einer Dämpfung der Erregungsübertragung führt (Calcium-Antagonist). Es drängt indes auch supraspinal erregende und hemmende postsynaptische Potentiale zurück. Dadurch kommt es zu einer Abnahme des spastischen Muskeltonus und der pathologischen Massenreflexe bei der Spastik. Die neuromuskuläre Reizübertragung wird nicht beeinflusst. Aufgrund seiner verschiedenen Angriffspunkte vermindert Baclofen im Gegensatz zu beispielsweise Tizanidin polysynaptische und besonders stark monosynaptische Reflexe.

Tizanidin (Wirkstoff von *Sirdalud®*) hemmt die zentrale Noradrenalinfreisetzung (Überträgersubstanz des Sympathikus) durch ein Zurückdrängen der freigesetzten erregenden Überträgersubstanz Aspartat. Im Gegensatz zu Baclofen reduziert Tizanidin im Wesentlichen nur die polysynaptischen tonischen Reflexe. (Haaß, 1989) Die klinische Wirksamkeit von Baclofen wird von Patienten und Ärzten höher eingeschätzt als die von Tizanidin. Die Therapieabbrüche sind allerdings unter Baclofen höher wegen der auftretenden Muskelschwäche, einer der nachhaltigsten Nebenwirkungen. Auf der anderen Seite reduziert Baclofen die Kloni und Spastik stärker. Spasmen werden von beiden Substanzen gleich häufig verringert. Die zweithäufigste Nebenwirkung, die zu Therapieabbrüchen führen kann, ist Übelkeit. Weitere Symptome können aufgrund der allgemeinen Dämpfung des ZNS Tagessedation, Müdigkeit, Schwindel sowie Schwächung der verbliebenen Willkürkraft sein. Bei Tizanidin geht noch neben der Müdigkeit Schlaflosigkeit einher. (Fachinformation, ifap Index KLINIK)

Auch der dritte noch zu nennende exemplarische Wirkstoff **Tetrazepam** (Präparat *Musaril®*) ist ein zentral angreifendes Myotonolytikum, das in ähnlicher Weise wirkt und auch mit ähnlich auftretenden Nebenwirkungen versehen ist.

Eine weitere für den Muskelstoffwechsel entscheidende Wirkstoffgruppe sind die *Sedativa*.

Hier interessieren im speziellen die Gruppe der Benzodiazepine, für die stellvertretend der Wirkstoff **Diazepam** (Präparate *Faustan®* oder *Valium®*) zur Spastikminderung aufgelistet wird. Während Baclofen am GABA-B-Rezeptor angreift, moduliert Diazepam den klassischen GABA-A-Rezeptor in der Zellmembran des Neurons und erhöht dadurch die Wirkung des hemmenden Transmitters GABA. GABA-A-Rezeptoren erhöhen über einen Chloridkanal die Durchlässigkeit für Chloridionen, deren größerer Einstrom zu einer effektiveren hemmenden Wirkung führt. Die Verstärkung der präsynaptischen Hemmung ist der wichtigste Angriffspunkt der Benzodiazepine zur Reduktion der Spastizität. Sie kompensieren damit direkt einen Teil der spastischen Pathomechanismen. Diazepam vermindert sowohl mono- als auch polysynaptische Reflexe. (Haaß, 1989) Die Benzodiazepine eignen sich für die Akutbehandlung und insbesondere gegen starke schmerzhafte Spastizität, sind jedoch trotz ausgeprägten antispastischen Effektes wegen ihrer sedierenden Wirkung und des ausgesprochen hohen Gewöhnungspotentials in der Therapie von nicht so starker Relevanz.

Ein weiterer Wirkstoff dieser Kategorie ist **Zopiclon** (Präparat *Ximovan®*), ein Hypnotikum mit Benzodiazepin-ähnlichen Eigenschaften. Dabei bindet Zopiclon an einer anderen Stelle des GABA-Rezeptorkomplexes an als die Benzodiazepine. Seine hypnotische, sedierende, Angst- und Spannungszustände dämpfende, muskelrelaxierende und antikrampfende Wirkung setzt sehr schnell ein. Als GABA-Agonist entfaltet es seine Wirkung über den GABA-Omega-Rezeptor-Komplex und Modulation des Chloridionen-Kanals. Die beobachteten negativen Wirkungen sind auch hier Müdigkeit, Ataxie, Schwindel, Übelkeit, Kopfschmerz und hohe Abhängigkeitsentwicklung. (Fachinformation, ifap Index KLINIK)

Somit lassen sich drei wichtige Mechanismen für einen direkten therapeutischen Ansatz herausstellen (Haaß, 1989):

1. Verbesserung der verminderten präsynaptischen Hemmung durch **Benzodiazepine** (Blockierung unerwünschter sensorischer Signale aus der Muskulatur und Hautregionen).
2. Verminderung der Wirkung der erhöhten Freisetzung des erregenden Transmitters Glutamat an primären afferenten Fasern entweder direkt über GABA-Rezeptoren der Moto- und Interneurone durch **Baclofen** oder indirekt über die präsynaptische Hemmung mit **Benzodiazepinen**.
3. Hemmung spinal erregender Interneurone (unter Mitwirkung des erregenden Transmitters Aspartat) mit **Tizanidin** über noradrenerge absteigende Bahnen.

Aufgrund der unterschiedlichen Ansatzpunkte sind durchaus Kombinationen aus den einzelnen Substanzgruppen sinnvoll und vorstellbar.

Die dritte zu skizzierende Wirkstoffgruppe sind die *Urospasmolytika* oder auch *Anticholinergika* genannt.

Die einer Rückenmarksläsion oberhalb von S 2 zugrundeliegende Pathophysiologie beinhaltet auch eine Spastizität von Detrusor und Sphinkter. Der ehemals funktionierende Reflexbogen von der Blase über afferente Impulse zum Reflexzentrum im Hirnstamm und den efferenten Bahnen zurück zur Blase und zum Blasenschließmuskel ist gestört, d.h. das normalerweise synergistische Zusammenspiel von Detrusor und Sphinkter erfolgt unkoordiniert. Durch fehlgeschaltete afferente Impulse auf efferente Neurone sowie zusätzliche unspezifische Reize kommt es im Sinne eines Massenreflexes zu einer reflektorischen Blasenentleerung (Reflexblase). Während dieser Blasenkontraktion relaxiert der Sphinkter nicht anhaltend genug, so daß der Blasenschließmuskel mit erhöhter Spastizität reagiert (Detrusor-Sphinkter-Dys-synergie). (Madersbacher, 1989, 89-98)

Die medikamentöse Therapie bei einer Detrusorhyperreflexie wird bestimmt durch den Einsatz von Anticholinergika **und** von den bereits o.g. Medikamenten, die auf die quergestreifte Muskulatur spasmussenkend wirken. Die Nebenwirkungen anticholinergischer Präparate limitieren den Einsatzbereich der beschriebenen Muskelrelaxantien deutlich. (Stöhrer, 1989, 99-109)

Antagonisten muskarinischer Azetylcholinrezeptoren (R. des parasympathischen Nervensystems) sind die am häufigsten verordneten Substanzen zur Behandlung des hyperaktiven Blasendetrusors. Sie wirken postsynaptisch, in dem sie den cholininen Rezeptor blockieren. (Muskarinische Rezeptoren sind dem parasympathischen Nervensystem zugehörig – nikotinische Rezeptoren dem sympathischen.) Somit wird der Muskeltonus der glatten Muskulatur von Magen-, Darm- u. Urogenitaltrakt gesenkt. (Hampel & Thüroff, 2004)

Das **Oxybutynin** (Wirkstoff von *Dridase®*) weist verschiedene pharmakologische Effekte auf. Im Vordergrund steht seine antimuscarinerge Wirkung (Hemmung der cholinergen Rezeptoren). Zusätzlich besitzt es einen direkten muskelrelaxierenden Effekt und besticht durch seine örtlich begrenzte und reversible Wirkung hinsichtlich der Erregungsleitungsblockierung in Nervenfasern. Die entscheidende Nebenwirkung von Oxybutynin ist die Mundtrockenheit, die in 80% aller Fälle zum Therapieabbruch führt.

Propiverin (Wirkstoff von *Mictonorm®*) besitzt einen kombinierten anticholinergen und kalziumantagonistischen Effekt (Hemmung der elektromechanischen Kopplung). Es ist in seiner Effektivität vergleichbar mit Oxybutynin, allerdings bei geringeren Nebenwirkungen.

Tropiumchlorid (Wirkstoff von *Spasmex®*) ist ebenfalls eine Ammoniumverbindung mit nichtselektiver, antimuscarinerger Wirkung. Es ist auch vergleichbar effektiv wie Oxybutynin, zeigt jedoch geringere Nebenwirkungen. Beschrieben sind die bekannten anticholinergen Effekte, wie Hemmung der Schweiß- und Speichelsekretion, Miktionsstörungen, Störungen der Herzfrequenz (Tachykardie) sowie Störungen der Scharfstellung des Auges. (Truss & Wefer, 2002, 249-265) In dem Zusammenhang

können unmittelbar die **Spasmolytika** Erwähnung finden, die als Antagonisten am Muscarinrezeptor parasympholytisch wirken. Stellvertretend steht hierfür das seit Jahren bekannte und vielfach eingesetzte **Butylscopolamin** (Wirkstoff von *Buscopan*[®]). Die unerwünschten Wirkungen sind denen der Urospasmolytika sehr stark angeglichen.

Bei allen Arten von neuropathischen Schmerzen gelangen **Antikonvulsiva** zum Einsatz (besonders bei krampfenden Anfällen und bei einschießenden Schmerzen). Ihre Wirkung entfalten sie über die Hemmung des neuronalen Natriumeinwärtsstromes mit gleichzeitiger Hemmung der synaptischen Erregungsübertragung. (Karst, 2002, 355-371)

Exemplarisch sind hier **Carbamazepin** (Wirkstoff von *Tegreta*[®]), **Gabapentin** (Wirkstoff von *Neurontin*[®]) sowie **Pregabalin** (Wirkstoff von *Lyrica*[®]) aufgeführt, die allesamt GABA-analoge Substanzen darstellen und spannungsabhängige Kalzium-Kanäle im ZNS anbinden. Bislang festgestellte Nebenwirkungen sind eine ausgeprägte Müdigkeit (meist zurückgehend bei fortlaufender Einnahme) und Herzrhythmusstörungen. (Ruß, 2005)

Antibiotika hemmen auf verschiedene Weise Bakterien im Körper. Wirkungsorte sind die Bakterienzellwand, die Ribosomen, Nukleinsäuren, Zellmembranen und die Folatsynthese. Bestimmte Antibiotika können mehrere Wirkungsmechanismen besitzen. (Simon & Stille, 1993) Man unterscheidet sie nach schmalem, mittlerem und breitem Wirkungsspektrum. Schmalspektrum-Antibiotika sind zur gezielten Therapie von Infektionen mit bekanntem Erreger geeignet. Antibiotika mit breitem Wirkungsspektrum sind vor allem zur ungezielten Therapie schwerer Infektionen mit großem Erregerspektrum oder bei Mischinfektionen wichtig. Sie schwächen den gesamten Organismus, so dass sportliches Training oder ein spezifisches Krafttraining nach Einnahme antibiotischer Substanzen generell zu hinterfragen ist. Das synergistische Zusammenwirken mit anderen pharmazeutischen Substanzen stellt sich ebenfalls als äußerst problematisch dar, weil aufgrund der Querschnittsymptomatik dringend benötigte Medikationen (Blasensituation, Spastik, usw.) nicht ersatzlos abgesetzt werden können. Den Grundsatz, dass wenigstens in den ersten beiden Stunden nach Einnahme oder Injektion keinerlei andere Substanzen verabreicht werden, kann leider nicht in jedem Fall entsprochen werden. D.h. aber auch, dass Wechselwirkungen und Reaktionen auftreten können, die nicht kalkulierbar oder vorhersehbar sind. Bei rascher intravenöser Injektion einer hohen Dosis **Gentamicin** (Wirkstoff von *Refobacin*[®]) ist eine neuromuskuläre Blockade mit Atemstillstand möglich, besonders bei gleichzeitiger Anwendung von **Anästhetika** und **Muskelrelaxantien** sowie bei Transfusionen größerer Mengen Zitratblut! Auch ohne diese Wechselwirkungen mit anderen Substanzen lassen sich bsw. bei der Antibiotika-Gruppe der Aminoglycoside Parästhesien, Tetanie und Muskelschwäche infolge Hypokalzämie, Hypomagnesiämie und Hypokaliämie beobachten.

Neben den Aminoglycosiden spielen auch die neueren oralen Cephalosporine, wie **Cefuroximaxetil** (Wirkstoff von *Elobact*[®] und *Zinnat*[®]) oder Fluorochinolone, wie **Ciprofloxacin** (Wirkstoff von *Ciprobay*[®]) oder Levofloxacin (Wirkstoff von *Tavanic*[®]) bei der Behandlung unkomplizierter urologischer Harnwegsinfekte eine große Rolle. Nebenwirkungen sind hier zumeist Übelkeit, Erbrechen, Magenschmerzen und Diarrhoe, aber auch zentralnervöse Reaktionen (Schwindel, Kopfschmerzen, Müdigkeit, Erregtheit, periphere Empfindungsstörungen, Sehstörungen, Krampfanfälle). Das Reaktionsvermögen ist zum Teil beachtlich herabgesetzt.

Bei komplizierten und im Krankenhaus erworbenen Harnwegsinfektionen kommen aus der Gruppe der β -Laktamase-Inhibitoren der Wirkstoff **Tazobactam** (*Tazobac*[®]) oder aus der Gruppe der Carbapeneme der Wirkstoff **Imipenem** (*Zienam*[®]) vielfach zur Anwendung. Unerwünschte Wirkungen treten hauptsächlich im gastrointestinalen Umfeld auf (Übelkeit, Erbrechen, Durchfall).

In diesem Kapitel wurde der Versuch unternommen, einzelne pharmakologische Wirkstoffgruppen heraus zu filtern, um aufzuzeigen:

1. *welche Wirkungen bereits sie allein im Organismus hervorrufen und*

2. *welche biochemischen Reaktionen und Abläufe ihnen vorausgehen.*

Vielfach indes werden verschiedene Wirkstoffkombinationen verordnet und zu unterschiedlichen Zeitpunkten des Tages verabreicht, deren synergistische und kumulative, aber auch inhibitorische Wirkung sowie deren Folgen unüberschaubar sind!

Ziel dieser Diskussion sollte es sein, alle am therapeutischen Prozess beteiligten Berufsgruppen dahingehend zu sensibilisieren, noch aufmerksamer und geschulter den Blick auf die uns anvertrauten Patienten in ihrem Tagesregime zu fokussieren als bisher. Gegebenenfalls sind bei unklarer Symptomatik umgehend die behandelnden Ärzte zu konsultieren, um gemeinsam im interdisziplinären Team nach Lösungsansätzen zu suchen (Comprehensive care).

Nur so kann es dauerhaft gelingen, therapeutisch - ärztliche Anforderungen sowie Zielorientierungen auf der einen Seite mit denen der Patienten und ihrem Medikationsbedürfnis auf der anderen Seite abzugleichen.

8.1 Übungsbeispiel 1: Motorisch-komplette QSL sub Th6 (Paraplegie)

1. Anamnese

40 Jahre, weiblich, Viruserkrankung, motorisch komplette Querschnittlähmung sub Th 6, (12. Woche)

2. Zielsetzung

Kurzfristig: Rumpfstabilisation, Stützkraftverbesserung, selektive Schulterbewegung

Langfristig: Transfer in Variationen

3. Trainingsplan

Allgemeines Aufwärmen:



- Rollstuhlfahren 3 - 5 min zur Therapie
- Handkurbelergometer (vorwärts - rückwärts je 4 min mit 2 - 3 min Pause)
- Ballspiele mit Medizinbällen oder therapeutischen Bällen 5 - 10 min

Spezielles Aufwärmen:

- Schulterheben und -kreisen mit und ohne Zusatzgewicht (gleich- und wechselseitig) (ohne Bild)

- Verschränkte Hände hinter dem Kopf zusammenführen und beide gegeneinander drücken, 8 - 10 s bei 15 s Pause; 8 - 10 Wiederholungen (ohne Bild)



- Gymnastikball vor der Brust zusammendrücken, isometrisch (8 - 10 s und 12 - 15 s Pause, 8 - 10 Wiederholungen)



- Schaumstoffball in die Achselhöhle klemmen und zusammendrücken



- Schaumstoffball auf das linke bzw. rechte Knie legen und diagonal mit Hand zusammendrücken



- Schaumstoffball mit rechter Hand auf rechte Schulter legen und isometrisch zusammendrücken



- Gymnastikball über Kopf zusammendrücken

- **Theraband-Zugübungen für rückwärtige Muskulatur;**
 Diagonalzüge vorn und hinten; Oberarme in 90°
 Abduktion und Unterarme in Hochhalte mit Extension
 und Flexion der Unterarme



- Wechselseitige Ante- und Retroversion isometrisch,
 auch einzeln möglich (8 - 10 s und 12 - 15 s
 Pause; 8 - 10 Wiederholungen)

- Biceps-Curl isometrisch

- Partnerübungen mit Gummiband oder Seil, wechsel-
 oder/und gleichseitig für rückwärtige Muskulatur

- Dehnungsübungen für Schultergelenks- und
 Schultergürtelmuskulatur in der Dauermethode

- Gymnastikübungen mit Handgelenksmanschetten oder Kurzhanteln
 (0,5 - 1 kg z. B.) in verschiedenen Handstellungen

- Partnerübungen mit Medizinball (1 - 1,5 kg) oder Gymnastikball



- Übungen mit dem Impanderstab



Gesamtzeit ca. 15 - 20 min

Angesprochene Muskulatur:

- | | | |
|---------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| M. deltoideus (1) | M. pectoralis major+minor (7) | M. coracobrachialis (13) |
| M. trapezius (2) | M. latissimus dorsi (8) | M. biceps brachii (14) |
| M. rhomboideus (3) | M. teres major (9) | M. supraspinatus (15) |
| M. levator scapulae (4) | M. teres minor (10) | M. triceps brachii (16) |
| M. serratus anterior (5) | M. infraspinatus (11) | M. sternocleidomastoideus (17) |
| Autochth. Rückenmusk. (6) | M. subscapularis (12) | |

Stufe 1 Automobilitation / Anbahnung

Zusätzliche Übungen zu den in der speziellen Erwärmung genannten:



- **Frontdrücken nach oben** ohne oder mit leichten Kurzhanteln (1; 2; 5; 6; 11; 15)

- **Biceps-Curl** mit zwei Kurzhanteln (14; M. brachialis; M. brachioradialis; M. pronator teres; Mm. flexor carpi ulnaris, radialis et digitorum superficialis; M. palmaris longus) (ohne Bild)



- **Arm-Seitheben** in Innenrotation statisch oder dynamisch (1; 5; 11; 12;15)

- „**Pull down**“ mit Gummiband von oben (1; 2; 5; 6; 7; 8; 9; 12; 14)



...in flektierte Endposition



...in extendede Endposition



- **Lat-Ziehen** isometrisch mit Knieumfassen beider Hände und Zug nach hinten (1; 2; 3; 6; 7; 8; 10; 11; 12; 14)

- **Trizepsdrücken** einarmig vorgebeugt mit Kurzhantel ohne Retroversion des Armes (1; 2; 3; 8; 9; 10; 12; 16) (ohne Bild)

- **Schulterheben und -kreisen** mit Kurzhanteln oder Manschetten (1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 15) (ohne Bild)

- „**Adler**“ Arme in U-Position max.weit rückhoch führen und halten; Schulterblätter nach hinten ziehen (1; 2; 3; 4; 5; 6; 11; 15) (ohne Bild)

Belastungsintensität: < 30%
Wiederholungszahl: bis 40

Serien: 2 - 3
Pause: ca. 60 s

Stufe 2 Kraftausdauer

- **Berganfahrten im Rollstuhl** (2 - 4 x 50 - 80 m bei 3 - 10° Steigung mit 2 min Pausen) (1; 2; 3; 4; 6; 7; 8; 9)

- **Schwimmprogramme** 30 - 40 min bei Herzfrequenzen <130 Schl./min



- **Butterfly Reverse:**
4 - 6 x 20 - 30 Wdh., d.h. 1. Wo. beginnend mit 4 x 20 Wdh.,
2. Wo. 5 x 20 Wdh., 3. Wo. 6 x 20 Wdh. oder
2. Wo. 4 x 25 Wdh. und 3. Wo. 4 x 30 Wdh. (1; 2; 3; 6; 10; 11)



- **Pull down** am Schulterblattfixator (1; 2; 5; 6; 7; 8; 11; 13)

- **Außenrotation mit antevertiertem Oberarm** statisch (1; 10; 11; 15)

- **Innenrotation mit antevertiertem Oberarm** statisch (1; 7; 9; 12)

- **Arm-Seitheben** in Innenrotation, Außenrotation und Normal 0-Stellung mit Kurzhanteln (1; 5; 11; 12; 15)



- **Stützbeugen** an der Dips-Maschine (1; 2; 6; 7; 8; 9; 12; 16)



- **Lat-Ziehen zum Nacken** am Seilzugerät (1; 2; 3; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 14)



- **Rudern am Seilzug** mit Abduktionswinkel im Schultergelenk 0 - 45° (8; 9; 12; 14; 16)



- **Trizepsdrücken einarmig über Kopf** mit Kurzhantel (1; 2; 5; 6; 9; 12) [s.u. „Allgemeines Aufwärmen“]

- Lat-Ziehen zur Brust am Seilzuggerät (1; 2; 3; 7; 8; 9; 12; 14; 16)



...mit breiter Griffhalte



...mit enger Griffhalte

- Einarmiger Bizeps-Curl mit abgestütztem Arm mit Kurzhantel (5; 7; 14)



...in Supination



...in Normal 0-Stellung

- Konzentrations-Curl statisch in Supination (5; 7; 14; ...) siehe Stufe 1

- Arme wechselseitig in Anteversion mit Kurzhantel und Außen- oder Innenrotation und Normal 0 - Stellung (1; 12; 13; 14; M. brachialis; M. brachioradialis; M. pronator teres; Mm. flexor carpi ulnaris, radialis et digitorum superficialis; M. palmaris longus)



- Frontdrücken nach oben mit Kurzhanteln oder Langhantel (1; 2; 5; 6; 11; 15; 16)

Belastungsintensität: 30 - 60% Serien: 4 - 6
Wiederholungszahl: 20 - 40 Pause: 30 - 120 s

Stufe 3 Muskelaufbau (Hypertrophie)

Zusätzlich zur Stufe 2

- Klimmzüge zur Brust oder zum Nacken (1; 2; 3; 6; 7; 8; 9; 13 zur Brust; 14)



...im Kammgriff



...im Ristgriff



- Innenrotation des Oberarmes am Seilzuggerät (1; 7; 9; 12)



- Außenrotation des Oberarmes am Seilzuggerät (1; 10; 11; 15)



- Beugstütze am Barren nicht tief bis max. 90° und Oberarme am Körper bis max. 80° abgespreizt (1; 2; 3; 5; 6; 7; 8; 16; 17)



- Bankdrücken im Liegen mit Absenken der Langhantel und engem Griff (1; 5; 7; 16)



- Lat-Ziehen mit betontem Herabziehen der Schultern am Seilzuggerät (1; 2; 3; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 14)



- Adduktion ein- oder beidarmig des oder der gestreckten und in Schulterhöhe abduzierten Arme(s)

- Diagonalzüge am Seilzuggerät ein- oder beidseitig



- **Konzentrations-Curl** mit 1 Kurzhantel in Supination bzw. Hammergriff (siehe Stufe 1)

- **Frontdrücken** mit der Langhantel (1; 2; 5; 6; 11; 15; 16)

- **Biceps-Curl** am Seilzuggerät



...mit abgelegtem Arm (1 bis 14)

- **Triceps-Kickback** (1; 2; 3; 8; 9; 10; 12; 16)



... ohne Retroversion (Endposition)



...mit vorgedehntem Oberarm in Retroversion (1; 3; 8; 9; 10; 11; 13; 14)



...mit Retroversion (Ausgangsposition)

- Biceps-Curl und siehe Biceps-Curl Stufe 1
- Außen- und Innenrotation der abduzierten Oberarme mit Kurzhanteln (1; 2; 3; 4; 6; 10; 11; 15)



Belastungsintensität: 60 - 80 %
Wiederholungszahl: 8 - 12

Serien: 5 - 8
Pause: 120 - 300 s

Stufe 4 Spezialisierung

Siehe Punkt 3 „Stufenmodell“

Belastungsintensität: 80 - 100 %
Wiederholungszahl: 1 - 5

Serien: 3 und mehr
Pause: 5 min

8.2 Übungsbeispiel 2: Motorisch-komplette QSL sub C6 (Tetraplegie)

1. Anamnese:

männlich, 22 Jahre, motorisch komplette Querschnittslähmung unterhalb C6 nach Badeunfall, operativ stabilisiert, Aktivierung in den Rollstuhl erfolgte postoperativ in der 10. Woche nach Trauma mit unmittelbar nachfolgender operativer Stabilisierung der Halswirbelsäule

2. Zielsetzung:

Kurzfristig:

Schulterblattfixation, selektive Schulterbewegung, Stützkraftverbesserung

Langfristig:

Transfers, sich entlasten können, Rollstuhlverladung in das Auto

3. Trainingspläne

Zu trainierende Muskulatur:

M. trapezius
M. deltoideus
M. pectoralis major+minor
M. supraspinatus

M. teres minor
M. extensor carpi radialis
Mm. rhomboidei
M. infraspinatus

M. serratus anterior
M. levator scapulae
M. brachioradialis
M. coracobrachialis

Stufe 1 Anbahnung

Trainingsdauer: ca. 30 min
Trainingshäufigkeit: 3 x wöchentlich
Trainingsintensität: Stufe 1, unter 30 %
Trainingsziel: Vertrautmachen mit den Geräten und den Bewegungsabläufen
Trainingsinhalt: Ausführen von geführten Bewegungen
Dauer der Stufe: 6 Trainingseinheiten

Allgemeines Aufwärmen: Fahren von der Station zum Trainingstherapieaum 5 min



1. Übung: „Pullover“

2 Serien à 50 Wiederholungen mit dem Mindestgewicht von 10 kg, Pause ca. 2 min



2. Übung: „Pressback“

2 Serien à 30 Wiederholungen mit dem Mindestgewicht von 5 kg, Pause ca. 2 min



3. Übung: „Pull down“

2 Serien à 70 Wiederholungen mit dem Mindestgewicht von 10 kg, Pause ca. 2 min

Stufe 2 Kraftausdauer



Trainingsmethode: Intervalltraining im Rahmen des Rollstuhltrainings
Trainingsdauer: ca. 30 min
Trainingshäufigkeit: 3 x wöchentlich
Trainingsintensität: vorgegebene Fahrstrecken von 10 - 100 m und definierten Geländesteigungen 2 - 6 %, je nach Trainingsfortschritt
Trainingsziel: Verbesserung der Kraftausdauer
Dauer der Stufe: 6 Wochen bis 12 Wochen

Anmerkung: In diesem Trainingsplan wird das Training der Kraftausdauer im Rahmen des Rollstuhltrainings erarbeitet. Besonders geeignet ist hierbei ein bergiges Trainingsgelände oder ein Rollstuhlparcours mit definierten Steigungen, die entsprechende Anforderung hinsichtlich der Wiederholungszahlen und Intensität an den Patienten stellen. Es beginnt nach Abschluss der Stufe 1 und geht bis in die Stufe 3, so dass es hier durchaus auch einmal zum parallelen Training von Kraftausdauer (im Rollstuhltraining) und Maximalkrafttraining (im Rahmen des Krafttrainings) kommen kann.

Stufe 3 Muskelaufbautraining

Trainingsdauer: ca. 45 - 60 min
 Trainingshäufigkeit: 3 x wöchentlich
 Trainingsintensität: Stufe 3, zwischen 60 - 80 % der Maximalkraft
 Trainingsziel: Hypertrophie der Muskulatur
 Trainingsinhalt: Ausführen von geführten Bewegungen
 Dauer der Stufe: 24 Trainingseinheiten

Spezifisches Aufwärmen erfolgt vor dem Training am Trainingsgerät mit einer Serie à 15 - 25 Wiederholungen mit „niedriger“ Intensität (30 - 50 % F_{max}).



1. Übung: „Pressback“
 (Maximalkrafttest: $F_{max} = 30$ kg): 5 Serien à 12 Wiederholungen mit 20 kg, Serienpause 3 min

Angesprochene Muskulatur:
 M. deltoideus
 M. supraspinatus
 M. infraspinatus
 M. rhomboideus

2. Übung: Zugapparat
 (Maximalkrafttest: $F_{max} = 6$ kg): 5 Serien à 12 Wiederholungen mit 4 kg, Serienpause 2 min

Angesprochene Muskulatur:
 M. pectoralis
 M. biceps brachii
 M. deltoideus

3. Übung: „Pullover“
 (Maximalkrafttest: $F_{max} = 45$ kg): 5 Serien à 10 Wiederholungen mit 30 kg, Serienpause 2 min

Angesprochene Muskulatur:
 M. pectoralis
 M. biceps brachii
 M. deltoideus
 M. latissimus

4. Übung: „Pulldown“
 (Maximalkrafttest: $F_{max} = 50$ kg): 5 Serien à 12 Wiederholungen mit 30 kg, Serienpause 3 min

Angesprochene Muskulatur:
 M. biceps brachii
 M. deltoideus
 M. teres major
 M. trapezius
 M. latissimus
 M. pectoralis
 M. subscapularis
 M. deltoideus post.



Stufe 4 Spezialisierung

Trainingsdauer: ca. 45 min
 Trainingshäufigkeit: 3 x wöchentlich
 Trainingsintensität: Stufe 4, zwischen 80 - 100%
 Trainingsziel: vermehrte Ausschöpfung der intramuskulären Muskelkapazitäten im Sinne einer verbesserten Rekrutierung und Frequenzierung der Muskelfasern
 Trainingsinhalt: Ausführen von freien Bewegungen vornehmlich mit Hanteln und Seilzügen unter besonderer Berücksichtigung der Oberkörperbalance
 Dauer der Stufe: 15 Trainingseinheiten

Allgemeines Aufwärmen am Oberkörperergometer bei 20 - 40 Watt und 70 - 90 Umdrehungen/min vorwärts und rückwärts ca. 10 min

Spezifisches Aufwärmen am Gerät wird vor dem jeweiligen Gerätetraining mit einer Serie à 30 - 50 Wiederholungen mit „niedriger“ Intensität (30 - 50 % F_{max}) durchgeführt.



1. Übung: „Pulldown“
 Latzugapparat (Maximalkrafttest: $F_{max} = 40$ kg): 5 Serien à 3 Wiederholungen mit 35 kg, Serienpause 5 min

Angesprochene Muskulatur:
 M. biceps brachii
 M. deltoideus
 M. teres major
 M. trapezius
 M. latissimus
 M. pectoralis
 M. subscapularis
 M. deltoideus post.



2. Übung: Zugapparat
 (Maximalkrafttest: $F_{max} = 10$ kg): 5 Serien à 3 Wiederholungen mit 9 kg, Serienpause 5 min

Angesprochene Muskulatur:
 M. pectoralis
 M. biceps brachii
 M. deltoideus



3. Übung: „Pullback“
 Zugapparat (Maximalkrafttest: $F_{max} = 35$ kg): 6 Serien à 2 Wiederholungen mit 30 kg, Serienpause 5 min

Angesprochene Muskulatur:
 M. deltoideus
 M. supraspinatus
 M. infraspinatus
 M. rhomboideus

4. Übung: Zugapparat
 (Maximalkrafttest: $F_{max} = 14$ kg): 8 Serien à 5 Wiederholungen mit 12 kg, Serienpause 5 min

Angesprochene Muskulatur:
 M. pectoralis
 M. biceps brachii
 M. deltoideus

8.3 Übungsbeispiel 3: Motorisch-inkomplette QSL sub C5 (Tetraparese)

1. Anamnese

männlich, 15 Jahre, motorisch inkomplett C5, traumatisch

2. Zielsetzung

Kurzfristig: Muskelaufbau Rumpf, Stabilisierung Knie- und Hüftgelenk
Langfristig: Gehfähigkeit ohne Hilfsmittel

3. Trainingspläne

Stufe 1 Automobilisation / Anbahnung

Trainingsdauer: ca. 35 min
Trainingshäufigkeit: 3 x wöchentlich
Trainingsintensität: Stufe 1, unter 30 %
Trainingsziel: Körperwahrnehmung, Anbahnen von physiologischen Bewegungen an Seilzügen
Trainingsinhalt: in verschiedenen Ausgangsstellungen Übungen
Dauer der Stufe: 4 Trainingseinheiten, ohne Auftritt von Komplikationen

Allgemeines Aufwärmen: mit dem MOTOMED Armtraining bei Stufe 3, 15 min

Spezifisches Aufwärmen: erfolgt am Gerät mit einer Serie von 10 - 15 Wiederholungen, niedrige Intensität (unter 30 %)

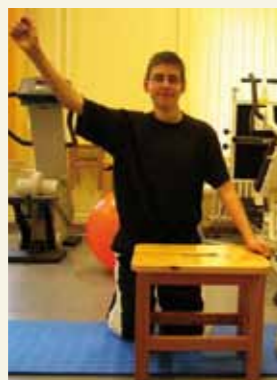


1. Übung: PNF-Diagonale im Sitz

2 Serien à 30 Wiederholungen mit 5 kg

Angesprochene Muskulatur:

M. trapezius
M. serratus anterior
M. deltoideus
M. extensor carpi radialis
M. pectoralis major+minor
M. rhomboidei



2. Übung: PNF-Diagonale im Kniestand

2 Serien à 30 Wiederholungen

Angesprochene Muskulatur:

M. trapezius
M. serratus anterior
M. deltoideus
M. extensor carpi radialis
M. pectoralis major+minor
M. rhomboidei



3. Übung:

Druck über die Unterschenkel und Fersen in den Ball

2 Serien à 30 Wiederholungen, Pause: 30 s

Angesprochene Muskulatur:

M. quadrizeps femoris
M. semitendinosus
M. biceps femoris
M. peroneus brev. / long.
M. quadratus lumborum
M. transversus abd.
M. rectus abd.

Stufe 2 Kraftausdauer

Trainingsdauer: ca. 45 min
Trainingshäufigkeit: 3 x wöchentlich
Trainingsintensität: Stufe 2, 30 - 60 %
Trainingsziel: Erhöhung der Ermüdungswiderstandsfähigkeit
Trainingsinhalt: Übungen in verschiedenen Ausgangsstellungen mit und ohne Gerät
Dauer der Stufe: abhängig von der Anpassung, Minimum 6 Trainingseinheiten



Übung:

BeinSTEMME mit Biofeedbackkurve

Maximalkrafttest: $F_{max} = 15 \text{ kg}$

2 Serien à 20 Wiederholungen mit 5 kg, Pause: 30 s

Angesprochene Muskulatur:

M. quadrizeps femoris
M. gluteus maximus
ischiocrurale Muskulatur



Übung:
Stützfunktion der Arme und Füße,
das Gesäß vom Boden abheben

3 Serien à 30 Wiederholungen

Angesprochene Muskulatur:

M. quadrizeps femoris
M. semitendinosus
M. biceps femoris
M. peroneus brev./long.
M. quadratus lumborum
M. transversus abd.
M. rectus abd.



Übung:
Sit-Ups mit fixierten Unterschenkeln

6 Serien à 10 Wiederholungen, Pause: 2 min

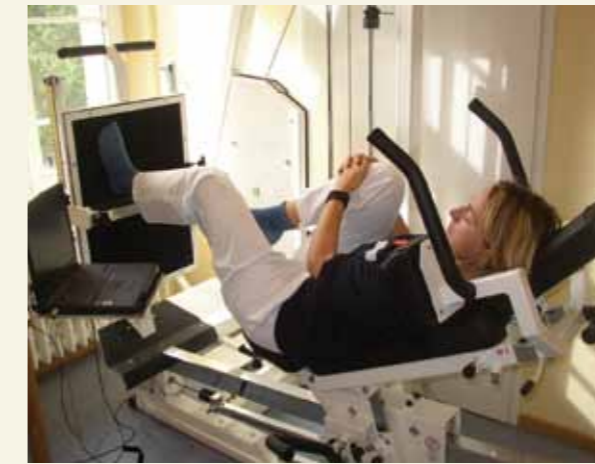
Angesprochene Muskulatur:

M. quadrizeps femoris
M. biceps femoris
M. peroneus bre./long.
M. obliquus ext. abdominis
M. rectus et transversus abdominis



Stufe 3 Muskelaufbau

Trainingsdauer: ca. 45 min
Trainingshäufigkeit: 3 x wöchentlich
Trainingsintensität: Stufe 3, 60 - 80 %
Trainingsziel: Muskelaufbau
Trainingsinhalt: Übungen in verschiedenen Ausgangsstellungen mit und ohne Gerät
Dauer der Stufe: abhängig von der Anpassung, Minimum 8 Trainingseinheiten



Übung:
Beinstemme, Stemmen einbeinig
nach Biofeedbackkurve
Maximalkrafttest: $F_{max.} = 25 \text{ kg}$,

4 Serien à 20 Wiederholungen mit 12 kg,
Pause: 2 min

Angesprochene Muskulatur:

M. quadrizeps femoris
M. gluteus maximus
ischiocrurale Muskulatur



Übung:
Beinstemme
Maximalkrafttest: $F_{max.} = 25 \text{ kg}$

4 Serien à 20 Wiederholungen mit 12 kg,
Pause: 2 min

Angesprochene Muskulatur:

M. quadrizeps femoris
M. triceps surae,
M. peroneus bre./ong.



Übung:
In Rückenlage Ball bei Ganzkörperstabilisation zur Seite rollen mit verschiedenen Armpositionen
 3 Serien à 20 Wiederholungen je Seite, Pause: 2 min

Angesprochene Muskulatur:

- M. quadrizeps femoris
- M. semitendinosus
- M. semimembranosus
- M. biceps femoris
- M. peroneus bre./long.
- M. quadratus lumb.
- M. obliquus ext. abdominis
- M. rectus abd.
- M. transversus abd.



5 Serien à 8 Wiederholungen mit 5 kg, Pause: 2 min

Angesprochene Muskulatur:

- M. trapezius
- M. serratus anterior
- M. rhomboidei
- M. supraspinatus
- M. latissimus



Übung:
PNF-Diagonale im Kniestand
 5 Serien à 10 Wiederholungen mit 5 kg, Pause: 2 min

Angesprochene Muskulatur:

- M. trapezius
- M. serratus anterior
- M. deltoideus
- M. extensor carpi radialis
- M. pectoralis major+minor
- M. rhomboidei

Stufe 4 Spezialisierung

Trainingsdauer: ca. 45 min
 Trainingshäufigkeit: 3 x wöchentlich
 Trainingsintensität: Stufe 4, 80 - 100%
 Trainingsziel: Sicherung des Stehens
 Trainingsinhalt: Bewegungen an freien Seilzügen in verschiedenen Ausgangsstellungen



Übung:
PNF-Diagonale mit dem rechten Arm, bei Stützfunktion des linken Armes in Schrittstellung

4 Serien à 10 Wiederholungen mit 5 kg, Pause: Minimum 3 min

Angesprochene Muskulatur:

- M. quadrizeps femoris
- M. gluteus maximus
- ischiocruale Muskulatur
- M. quadratus lumb.
- M. obliquus ext. abdominis
- M. rectus abdominis
- M. transversus abd.
- M. trapezius
- M. serratus anterior
- M. deltoideus
- M. extensor carpi radialis
- M. rhomboidei



Übung:
Stützfunktion der Arme und des Oberkörpers, Zurücksetzen eines Beines

4 Serien à 10 Wiederholungen, Pause: 2 min

Angesprochene Muskulatur :

- M. trapezius
- M. serratus anterior
- M. pectoralis major+minor
- M. rhomboidei
- M. quadrizeps femoris
- M. gluteus maximus
- ischiocruale Muskulatur
- M. quadratus lumb.





Übung:
Ball an Wand aufwärts rollen bei Oberkörperstabilisation

6 Serien à 10 Wiederholungen, Pause: ca. 3 min

Angesprochene Muskulatur:

- M. quadrizeps femoris
- M. biceps femoris
- M. peroneus bre./ long.
- M. obliquus ext. abdominis
- M. rectus et transversus abdominis



9.1 Literaturverzeichnis

- Albers, T. (2003).
Studienbrief, Medizinische Grundlagen.
Mandelbach: BSA – Private Berufsakademie.
- Anders, J. (2006).
Krafttraining im Alter: vom vermeintlichen Widerspruch zum Baustein für mehr Lebensqualität. In Kieser, W. (Hrsg.). *Krafttraining in der Prävention und Therapie* (171-177). Bern: Verlag Hans Huber.
- Badtke, G. (1988).
Sportmedizinische Grundlagen der Körpererziehung und des sportlichen Trainings (2. unveränd. Aufl.). Leipzig: VEB Johann Ambrosius Barth.
- Baumann, H. (1996).
Fitness im Alter durch Bewegung. In Denk, H. (Hrsg.). *Alterssport* (104-116). Schondorf: Verlag Hofmann.
- Begert, B. & Hillebrecht, M. (2003).
Einfluss unterschiedlicher Dehntechniken auf die reaktive Leistungsfähigkeit. *Spektrum der Sportwissenschaften*, 15 (1), 6-25.
- Blum, I. & Friedmann, K. (1990).
Trainingslehre. Sporttheorie für die Schule. Pfullingen: Promos. S. 7
- Boeckh-Behrens, W.-U. & Buskies, W. (2000).
Gesundheitsorientiertes Fitnesstraining. Lüneburg: Wehdemeier & Pusch.
- Boeckh-Behrens, W.-U. & Buskies, W. (2001).
Fitness - Krafttraining (S.10). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Boeckh-Behrens, W.-U. & Buskies, W. (2001).
Fitness-Krafttraining. Die besten Übungen und Methoden für Sport und Gesundheit. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Bredenkamp, A. & Hamm, M. (2001)
Trainieren im Sportstudio. Bünde: Fitness Contur Verlag.
- Brokmeier, A.A. (2000).
Sinn und Unsinn des Muskeldehnens und der postisometrischen Relaxation. Zugriff am 06.10.2005 unter <http://physio-teambarsinghausen.de/INFO-Allgemein/info-allgemein.html>
- Brokmeier, A. A. (2001).
Kursbuch Manuelle Therapie. Biomechanik, Neurologie, Funktionen (3. Aufl.). Stuttgart: MVS Medizinverlage.
- Brown, R. D. & Harrison, J. M. (1986).
The effect of a strength training program on the strength and self-concept of two female age groups. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 57 (4), 315-320.
- Bufler, J. (2005).
Zur Physiologie der neuromuskulären Endplatte.
Zugriff am 19.07.2005 unter http://www.dgm.org./muskelk/letters/letter16/mond_let.html
- Buskies, W. (1999).
Sanftes Krafttraining. Unter besonderer Berücksichtigung des subjektiven Belastungsempfindens. Köln: Sport und Gesundheits-Verlag.
- De Marées, H. (2003).
Sportphysiologie (9. Aufl.). Köln: Verlag Sport und Buch Strauß.
- Ehlenz, H., Grosser, M. & Zimmermann, E. (1987).
Krafttraining. Grundlagen, Methoden, Übungen, Trainingsprogramme. München; Wien; Zürich: BLV Sportwissen.
- Ehlenz, H., Grosser, M., Zimmermann, E. & Zintl, F. (1995).
Krafttraining. München; Wien; Zürich: BLV Sportwissen.
- Ehrsam, R. & Gutzwiller, F. (2006).
Die Bedeutung der Muskelkraft. In Kieser, W. (Hrsg.). *Krafttraining in der Prävention und Therapie* (13-20). Bern: Verlag Hans Huber.
- Ehrsam, R. & Zahner, L. (1996).
Kraft und Krafttraining im Alter. In Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 50. 7+8 (223-234).
- Findeisen, G.R., Linke, R.-G. & Pickenhain, L. (1980).
Grundlagen der Sportmedizin. Leipzig: Sportverlag. S.212
- Freiwald, J. (1989).
Prävention, Rehabilitation und Sport. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Freiwald, J. & Engelhardt, M. (1996).
Neuromuskuläre Dysbalancen in Medizin und Sport. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 47 (3), 99-106.
- Freiwald, J. & Engelhardt, M. (1999).
Aspekte der Trainings- und Bewegungslehre. Neuromuskuläre Dysbalancen Teil 2 *Gesundheitssport und Sporttherapie*, 15 (2), 5-12; 46-50.
- Froböse, I. (1996).
Isokinetisches Training in Sport und Therapie. Steuerung des Trainingsaufbaus nach Sport- und Unfallverletzungen (2. Aufl.). *Schriften der Deutschen Sporthochschule Köln*, Band 23 (24f.). Sankt Augustin: Academia.
- Froböse, I. & Nellesen, G. (Hrsg.).(1998).
Training in der Therapie. Wiesbaden: Ullstein Medical.
- Fukunaga, T. (1976).
Die absolute Muskelkraft und das Muskelkrafttraining. *Sportarzt und Sportmedizin*, 27 (11), 255.
- Garbe, G. (1987).
Die Wertigkeit des Muskeltrainings im Gesundheitssport. *Sporttherapie in Theorie und Praxis*, 3 (1,6), 2ff.
- Glück, S., Schwarz, M., Hoffmann, U. & Wydra, G. (2002).
Bewegungsreichweite, Zugkraft und Muskelaktivität bei eigen- bzw. fremdregulierter Dehnung. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 53 (3), 66-71.

- Grimby, G.** (1994). Orthopädische Aspekte des Krafttrainings. In Komi, P. V. (Hrsg.), *Kraft und Schnellkraft im Sport* (333-349). Köln: Deutscher Ärzte Verlag.
- Grosser, M., Brüggemann, P. & Zintl, F.** (1986). *Leistungssteuerung in Training und Wettkampf*. München; Wien; Zürich: BLV.
- Grosser, M., Starischka, S., Zimmermann, E. & Zintl, F.** (1993). *Konditionstraining: Theorie und Praxis aller Sportarten* (6., völlig überarb. Aufl.). München; Wien; Zürich: BLV.
- Güllich, A. & Schmidtbleicher, D.** (1999). Struktur der Kraftfähigkeiten und ihre Trainingsmethoden. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 50 (7,8), 226.
- Güllich, A. & Schmidtbleicher, D.** (1999). Struktur der Kraftfähigkeiten und ihrer Trainingsmethoden. In Kieser, W. (Hrsg.). *Krafttraining in der Prävention und Therapie* (13-20). Bern: Verlag Hans Huber.
- Guttmann, L.** (1953). Treatment and rehabilitation of patients with injuries to the spinal cord and caudal equine. In *Vol. Surgery, Br. Med. History of World War II*, (pp 422-516). London: H.M. Stationary Office.
- Hampel, C. & Thüroff, J. W.** (2004). Pharmakologie des Harntraktes. In Palmtag, H., Goepel, M. & Heidler, H. (Hrsg.). *Urodynamik* (Fort- und Weiterbildungskommission der Deutschen Urologen, Arbeitskreis Urologische Funktionsdiagnostik und Urologie der Frau, S. 18-20). Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Harre, D.** (1979). *Trainingslehre*. Berlin: Sportverlag.
- Harre, D.** (1986). *Trainingslehre: Einführung in die Theorie und Methodik des sportlichen Trainings* (10., überarb. Aufl.). Berlin: Sportverlag.
- Hartmann, J. & Tünnemann, H.** (1990). *Das große Buch der Kraft*. Berlin: Sportverlag.
- Hennig, E. & Podzielny, S.** (1994). Die Auswirkungen von Dehn- und Aufwärmübungen auf die Vertikalsprungleistung. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 45, 253-260.
- Herbert, R.D. & Gabriel, M.** (2002). Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *British Medical Journal*, 325, p. 470.
- Hirtz, P.** (2005). Kraft und Grundlagen des Krafttrainings. Zugriff am 30.09.2005 http://www.unigreifswald.de/~sport/Lehrmaterialien/Bewegungs_Trainingswissenschaft/Kraft_Krafttraining.pdf
- Hollmann, W.** (1986). *Zentrale Themen der Sportmedizin* (3. Aufl.). Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Hollmann, W. & Hettinger, T.** (2000). *Sportmedizin* (4. Aufl.). Stuttgart: Schattauer Verlagsgesellschaft mbH. **Hollmann, W.** (1990). *Training, Grundlagen und Anpassungsprozesse*. Schorndorf: Hofmann.
- Hollmann, W. & Hettinger, T.** (1980). *Sportmedizin – Arbeits- und Trainingsgrundlagen* (2. Aufl.). Stuttgart, New York: Schattauer Verlag.
- Horisberger, G. & Merlach, S.** (2001). *PNF & Overflow*. Diplomarbeit. Bern: Feusi Physiotherapieschule.
- Janda, V.** (1972). *Muskelfunktionsdiagnostik*. Leuven : Acco.
- Janda, V.** (1986). *Muskelfunktionsdiagnostik*. Berlin: VEB Verlag Volk und Gesundheit.
- Jeschke, D. & Zeilberger, K.** (2004). Altern und körperliche Aktivität. In *Deutsches Ärzteblatt* 101. 12 (789-798).
- Karst, M.** (2002). Medikamente in der Schmerztherapie. In Truss, M.C., Stief, C., Machtens, S., Wagner, T. & Jonas, U. (Hrsg.). *Pharmakotherapie in der Urologie* (355-371). Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag.
- Klee, A.** (1995). *Haltung, muskuläre Balance und Training. Die metrische Erfassung der Haltung und des Funktionsstandes der posturalen Muskulatur – Möglichkeiten der Haltungsbeflussung durch funktionelle Dehn- und Kräftigungsübungen* (2., unv. Aufl.). Frankfurt am Main: Harri Deutsch.
- Klee, A.** (2003). *Methoden und Wirkungen des Dehnungstrainings. Die Ruhespannungs-Dehnungskurve – ihre Erhebung beim M. rectus femoris und ihre Veränderungen im Rahmen kurzfristiger Treatments*. Habilitationsschrift. Schorndorf: Hofmann.
- Kosel, H. & Froböse, I.** (1999). *Rehabilitations- und Behindertensport*. München: Pflaum Verlag.
- Kraemer, W., Ratamess, N., Frey, A. & French D.** (2006). Strength Training: Development and Evaluation of Methodologie. In Maud, P. & Foster, C. (Hrsg.). *Physiological Assessment of Human Fitness*. Second Edition. (119-150). Berlin, Champaign (USA): Human Kinetics.
- Kraft, D.** (1997). *Du kannst es! Diabetes und Leistungssport*. Mainz : Kirchheim.
- Letzelter, M.** (1979). *Trainingsgrundlagen*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Letzelter, M.** (1992). In Eberspächer, H. (Hrsg.): *Handlexikon Sportwissenschaft* (484). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Letzelter, H. & Letzelter, M.** (1993). *Krafttraining. Theorie, Methoden, Praxis*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

- Letzelter, H. & Letzelter, M.** (1986).
Krafttraining. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Mac Dougall, J. D.** (1994).
Kraft und Schnellkraft im Sport. Hypertrophie und/oder Hyperplasie. In Komi, Paavo V. (Hrsg.), *Enzyklopädie der Sportmedizin, Bd. 3* (232-239). Köln: Deutscher Ärzte Verlag
- Madersbacher, H.** (1989).
Die Auswirkungen der Spastizität auf den Urogenitaltrakt: Pathophysiologische und klinische Aspekte. In Grüninger, W. (Hrsg.). *Spinale Spastik* (89-98). Wien-Berlin: Ueberreuter Wissenschaft.
- Marschall, F.** (1999).
Wie beeinflussen unterschiedliche Dehnintensitäten kurzfristig die Veränderung der Bewegungsreichweite. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 50, 5-9.
- Martin, D., Carl, K. & Lehnertz, K.** (1993).
Handbuch Trainingslehre (2., unveränd. Aufl.). Schorndorf: Hofmann.
- Meier, H.** (1997).
Medizinische Trainingstherapie in der Praxis. Medicon Verlag.
- Moritani, T. & De Vries, H.** (1979).
Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *Am. J. Phys. Med.*, 56 (3), 115- 130.
- Rölver, W.** (2004).
Tipps, Anregungen und Hilfen für den Sport in der DJK. *Sport Journal im Bistum Trier*, (3).
- Röthig, P. & Größing, S.** (1993).
Trainingslehre: Kursbuch 2 (5. Aufl.). Wiesbaden: Limpert.
- Rosenbaum, D. & Hennig, E. M.** (1997).
Veränderung der Reaktionszeit und Explosivkraftentfaltung nach einem passiven Stretchingprogramm und 10 minütigem Aufwärmen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 48, 95-99.
- Sale, D.G.** (1988).
Neural adaption to resistance training. *Medicine and Science. in Sports and Exercises*, 20, 135 - 145.
- Schmidtbleicher, D.** (1987).
Motorische Beanspruchungsform Kraft. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 38 (9), 358.
- Schnabel, G., Harre, D. & Borde, A.** (Hrsg.).(1997).
Trainingswissenschaft – Leistung, Training, Wettkampf (stark überarb. und verb. auf der Grundlage der 1. Aufl. von 1994). Berlin: Sportverlag.
- Schubert, A. & Bös, K.** (1996).
Zur motorischen Leistungsfähigkeit älterer Menschen. In Denk, H. (Hrsg.). *Alterssport* (155-177). Schondorf: Verlag Hofmann.
- Stöhrer, M.** (1989).
Therapeutische Aspekte zur Auswirkung der Spastizität des Querschnittgelähmten auf den Harn-drang. In Grüninger, W. (Hrsg.). *Spinale Spastik* (99-109). Wien-Berlin: Ueberreuter Wissenschaft
- Stone M.H., Fleck S.J., Kraemer W.J. & Triplett N.T.** (1991).
Health and performance related adaptations to resistive training. *Sports Medicine* 11 (4), 210-231.
- Stone, M. H.** (1994).
Anpassungserscheinungen unter einem Krafttraining im Bereich von Bindegewebe und Knochen. In Komi, P. V. (Hrsg.), *Kraft und Schnellkraft im Sport* (277 – 289). Köln: Deutscher Ärzte Verlag.
- Thews, G., Mutschler, E. & Vaupel, P.** (1999).
Anatomie, Physiologie, Pathophysiologie des Menschen (5., völlig neu bearb. u. erw. Aufl.). Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft. 576-587.
- Tittel, K.** (2003).
Beschreibende und funktionelle Anatomie des Menschen (14. Aufl.). München, Jena : Urban & Fischer Verlag.
- Tittel, K. & Wutscherk, H.** (1972).
Sportanthropometrie. Leipzig: Sportverlag.
- Truss, M.C. & Wefer J.** (2002).
Pharmakotherapie der Dranginkontinenz. In Truss, M.C., Stief, C., Machtens, S., Wagner, T. & Jonas, U. (Hrsg.). *Pharmakotherapie in der Urologie* (249-265). Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag.
- Ullrich, K. & Gollhofer, A.** (1994).
Physiologische Aspekte und Effektivität unterschiedlicher Dehnmethoden. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 45 (9), 336-345.
- Wedekind, S.** (1985).
Trainingswissenschaftliche Grundbegriffe – zur Terminologie konditioneller Leistungskomponenten. Berlin: Bartels & Wernitz.
- Weineck, J.** (1988).
Sportbiologie. Erlangen: Perimed-Fachbuch-Verl.Gesellschaft.
- Weineck, J.** (1996).
Optimales Training. Erlangen: Perimed-spitta.
- Weineck, J.** (2004).
Sportbiologie (9. Aufl.). Balingen: Spitta-Verlag.
- Wiemann, K. & Klee, A.** (1999).
Dehnen und Stretching – Effekte, Methoden, Hinweise für die Praxis. *Sportpraxis*, 40 (3), 8-12 (a). (4), 37-41 (b).
- Wiemeyer, J.** (2002).
Dehnen – eine sinnvolle Vorbereitungsmaßnahme im Sport? *Spektrum der Sportwissenschaften*, 14., 53-80.
- Wiemeyer, J.** (2003).
Dehnen und Leistung – primär psychophysiologische Entspannungseffekte? *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 54 (10), 288-294.
- Williams, P.E. & Goldsping, G.** (1984).
Connective tissue changes in immobilized muscle. *Journal of Anatomy*, 138, 343-50.

Wydra, G., Bös, K. & Karisch, G. (1991).
Zur Effektivität verschiedener Dehntechniken.
Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 42 (9), 386-400.

Wydra, G. (1997).
Stretching – ein Überblick über den aktuellen Stand der Forschung.
Sportwissenschaft, 27 (4), 409-427.

Wydra, G. & Glück, S. (2000).
Dynamisches Dehnen in der Sporttherapie? Gesundheitssport und Sporttherapie.
<http://www.uni-ulm.de/klinik/neurologie/0313.html> Zugriff am 24.07.2005

9.2 Abbildungsverzeichnis

ASIA-Schema

Klassifikation und Verlaufsbeschreibung der Querschnittssymptomatik anhand des ASIA-Schemas (American Spinal Injury Association, Literatur u.a.: Waters et al. 1991, Definition of complete spinal cord injury, Paraplegia 9: 573-81. Dabei handelt es sich um ein modifiziertes Schema nach Frankel et al. 1969, Paraplegia 7: 179-92)

Klassifikation der erworbenen Querschnittslähmung nach Lähmungsmaß (ASIA Impairment Scale)

A-Komplett:

Keine sensible oder motorische Funktion ist in den sakralen Segmenten S4-S5 erhalten.

B-Inkomplett:

Sensible, aber keine motorische Funktion ist unterhalb des neurologischen Niveaus erhalten und dehnt sich bis in die sakralen Segmente S4/S5 aus.

C-Inkomplett:

Motorische Funktion ist unterhalb des neurologischen Niveaus erhalten und die Mehrzahl der Kennmuskeln unterhalb des neurologischen Niveaus haben einen Muskelkraftgrad von weniger als 3 (nach Janda).

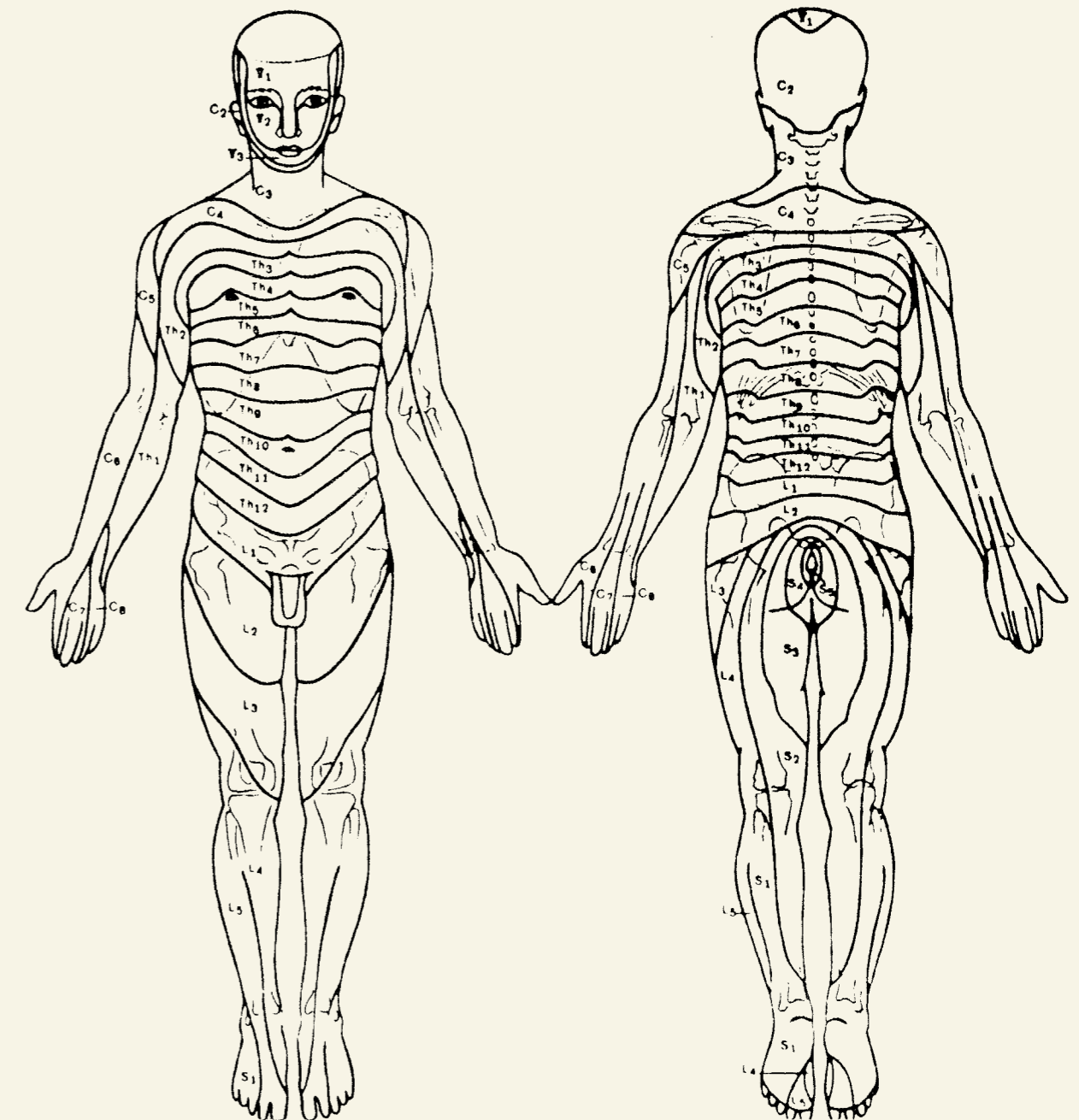
D-Inkomplett:

Motorische Funktion ist unterhalb des Schädigungsniveaus erhalten und die Mehrzahl der Kennmuskeln unterhalb des neurologischen Niveaus haben einen Muskelkraftgrad größer oder entsprechend 3 (nach Janda).

E-Normal:

Sensible und motorische Funktionen sind normal.

Beispiel für einen klinischen Befundbogen



Name:

Diagnose

a) motorische Laesion

- inkomplett:
- komplett:

b) sensible Laesion

- inkomplett:
- komplett:

c) Spasmen

Bemerkungen:

Muskel	BWK, LWK Segm	Th1	10.	11.	L1	L2	L3	L4	12.	L5	S1	1. LWK	S2	S3	S4	2. LWK	S5	
M. iliopsoas																		N. femoralis
M. sartorius																		N. femoralis
M. gracilis																		N. obturatorius
Mm. adductores																		N. obturatorius et N. femoralis
M. quadriceps femoris																		N. femoralis
M. tibialis anterior																		N. peroneus profundus
M. tensor fasciae latae																		N. gluteus superior
M. tibialis posterior																		N. gluteus superior
Mm. rot. ext. cox.																		N. plexus sacralis et N. obtur. ext.
M. gluteus medius et min.																		N. tibialis
M. semitendinosus / M. semimembranosus																		N. tibialis
M. extensor hallucis longus / brevis																		N. peroneus profundus
M. extensor digitorum longus / brevis																		N. peroneus profundus
M. peroneus brevis / longus																		N. peroneus superficialis
M. gluteus maximus																		N. gluteus inferior
M. biceps femoris																		N. ischiadicus
M. triceps surae																		N. tibialis
M. flexor digitorum I. et II.																		N. tibialis / N. plantaris med.
M. flexor hallucis I. et II.																		N. tibialis / N. plantaris
Mm. lumbrales																		N. plantaris medialis
Mm. interossei																		N. plantaris lateralis

Datum: Prüfer:

Muskel	BWK Segm	Th1	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	L3	
Mm. intercostales externi et interni																Nerv
M. obliquus externus abdominis																R. ventrales nn. thoracorum
M. rectus abdominis																R. ventrales nn. thoracorum
M. transversus abdominis																R. ventrales nn. thoracorum / N. liopharyngogastricus et N. liogastrici
M. obliquus internus abdominis																R. ventrales nn. thoracorum
M. quadratus lumborum																R. ventrales XII et plex lumbalis

Segmentale und periphere Innervation der Muskeln von Th₁ – S₁

Rechts

Links

Rechts Links

Segmentale und periphere Innervation der Muskeln von C₂ – Th₁

Muskel	HWK Segm	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	Th1	Nerv
M. trapezius:	p. sup.									N. occipitalis minor et N. accessorius
	p. med.									
	p. inf.									N. accessorius
M. sternocleidomastoideus										N. phrenicus
Diaphragma										N. dorsalis scapulae
M. levator scapulae										N. dorsalis scapulae
Mm. rhomboidei										N. suprascapularis
M. supraspinatus										N. suprascapularis
M. infraspinatus										(auch N. axillaris)
M. teres minor										N. axillaris
M. deltoideus:	p. ant.									N. axillaris
	p. med.									
	p. post.									
M. biceps brachii										N. musculocutaneus (auch N. medianus)
M. brachioradialis										N. radialis
M. supinator										N. radialis
M. serratus anterior										N. thoracicus longus
M. extensor carpi radialis brevis										N. radialis
longus										
M. pectoralis major										Nn. thoracicoventrales (auch N. axillaris)
M. teres major, M. subscapularis										N. musculocutaneus
M. pronator teres										N. medianus
M. pectoralis minor										Nn. thoracici ventrales
M. latissimus dorsi										N. thoracodorsalis
M. extensor digitorum communis										N. radialis
M. triceps brachii										N. radialis
M. flexor carpi radialis										N. medianus
M. abductor pollicis brevis										N. medianus
longus										N. radialis
M. extensor pollicis brevis										N. radialis
longus										
M. opponens pollicis										N. medianus
M. flexor pollicis brevis										N. medianus et N. ulnaris
M. extensor carpi ulnaris										N. radialis
M. extensor indicis proprius										N. radialis
M. flexor carpi ulnaris										N. ulnaris
M. flexor digitorum superficialis										N. medianus
M. pronator quadratus										N. medianus
M. palmaris longus										N. medianus
M. flexor digitorum profundus										N. medianus et N. ulnaris
M. flexor pollicis longus										N. medianus
M. adductor pollicis										N. ulnaris
Mm. interossei dorsales										N. ulnaris
Mm. interossei ventrales										N. ulnaris
Mm. lumbrales I – IV										N. medianus / N. ulnaris

Bemerkungen:

Muskel- und Funktionstest

0 = keine Reaktion
 1 = sichtbare oder fühlbare Kontraktion
 2 = Bewegung unter Abnahme der Schwere

3 = Bewegung gegen die Schwere
 4 = Bewegung gegen leichten Widerstand
 5 = Bewegung gegen starken Widerstand

+ = Bewegung nach Zahlen nicht möglich
 K = Kontraktur
 S = Spastik:
 x = leicht
 xx = mittelschwer
 (x und xx durch KG-Maßnahmen beeinflussbar)

	Links			Segment	Funktion	Muskel	Rechts		
Datum									
Schulterblatt				C4 - C5	Abduktion	mm. rhomboidei			
				C5 - C8	Abduktion Elevation über 90 °	m. serratus anterior			
				C2 - C4	Elevation	oberer Teil des m. trapezius m. levator scapulae			
				C4 - C5	Depression	unterer Teil des m. trapezius			
Schultergelenk				C4 - C6	Abduktion	m. supraspinatus m. deltoideus			
				C5 - TH1	Anteversion Abduktion	m. pectoralis major m. pectoralis minor			
				C4 - C6	Außenrotation	m. infraspinatus m. teres minor			
				C5 - C8	Innenrotation	m. subscapularis m. latissimus dorsi			
				C6 - TH1	Retroversion	m. latissimus dorsi			
Ellenbogengelenk				C5 - C6	Flexion	m. biceps brachii m. brachioradialis			
				C7 - C8	Extension	m. triceps brachii			
				C5 - C7	Supination	m. biceps brachii m. supinator			
				C6 - TH1	Pronation	m. pronatur quadratus m. pronatur teres			

	Links			Segment	Funktion	Muskel	Rechts		
Datum									
Handgelenk				C6 - C8	Extension mit radialer Abduktion	m. extensor carpi radialis, longus et brevis			
				C6 - C8	Extension mit ulnarer Abduktion	m. extensor carpi ulnaris			
				C6 - C8	Flexion mir radialer Abduktion	m. flexor carpi radialis m. palmaris longus			
				C7 - TH1	Flexion mir ulnarer Abduktion	m. flexor carpi ulnaris			
Daumen				C6 - C8	Extension - Grundgelenk	m. extensor pollicis brevis			
				C6 - C8	Extension - Endgelenk	m. extensor pollicis longus			
				C7 - TH1	Flexion - Grundgelenk	m. flexor pollicis brevis			
				C7 - TH1	Flexion - Endgelenk	m. flexor pollicis longus			
				C6 - C8	Abduktion	m. abductor pollicis longus et brevis			
				C7 - TH1	Adduktion	m. adductor pollicis longus et brevis			
				C8 C7 - TH1	Opposition	m. opponens pollicis			
Finger				C6 - C7	Extension - Grundgelenk	m. extensor digiti communis			
				C7 - TH1	Extension - Mittel, Endgelenk	m. lumbricales			
				C8 C7 - TH1	Flexion - Grundgelenk	m. lumbricales			
				C7 - TH1	Flexion - Mittel, Endgelenk	m. flexor digitorum superficialis et profundus			
				C8 - TH1	Abduktion	m. interossei dorsales			
			C8 - TH1	Adduktion	m. interossei palmares				

	Links			Segment	Funktion	Muskel	Rechts		
Datum									
Rumpf				C3 - C8 C8 - L4	Extension	m. longissimus m. erector trunci			
				TH2 - TH12	Flexion	m. rectus abdominis			
				TH5 - TH12	Rotation Seitneigung	m. obliquus internus et externus			
				TH12 - L3	Elevation des Beckens	m. quadratus lumborum			
Hüftgelenk				L2 - L4	Flexion mit Außenrotation	m. sartorius			
				L1 - L4	Flexion	m. iliopsoas			
				L4 - S2	Extension	m. gluteus max.			
				L2 - L5	Adduktion	m. adductores			
				L4 - S2	Abduktion	m. gluteus medius			
				L4 - S2	Abduktion bei Hüftbeugung	m. tensor fasciae latae			
				L4 - S2	Innenrotation	m. gluteus minimus			
				L3 - S2	Außenrotation	m. rotatores			
Kniegelenk				L4 - L5	Extension	m. quadriceps femoris			
				L5 - S2	Flexion	m. biceps femoris m. semimembranosus m. semitendinosus			
Fuß				L5 - S2	Plantarflexion	m. soleus m. gastrocnemius			
				L4 - S1	Supination mit Dorsalextension	m. tibialis ant.			
				L4 - S2	Supination mit Plantarflexion	m. tibialis post.			
				L5 - S2	Pronation	m. peroneus longus et brevis			
Zehen				L4 - S2	Extension	m. extensor digitorum m. extensor hallucis			
				L5 - S2	Flexion	m. flexor digitorum m. flexor hallucis			

9.3 Über die Autoren



anja.fredrich@gmx.net

Anja Fredrich

- geboren 1972 in Berlin
- 1990 - 1996 Studium Lehramt Sportwissenschaft/ Germanistik und Diplomsportwissenschaften (Prävention/Rehabilitation) an der Universität Potsdam
- seit 1995 Referentin Aquafitness
- 1996-2007 Sporttherapeutin an der Neurologischen Rehabilitationsklinik Beelitz-Heilstätten
- 1996 - 2000 Dozentin an der Gesundheitsakademie Beelitz - Heilstätten
- 2004/2005 Expertin für das NOK Deutschland im Entwicklungshilfeprojekt: Rollstuhlsport mit behinderten Frauen und Kindern in Kambodscha
- 2007 Ausbildung zur Yogalehrerin
- Ab 2007 Studienreferendarin für die Fächer Sport und Deutsch in Kiel



Berufsgenossenschaftliche Unfallkliniken Murnau

Professor-Küntscher-Str.8
82418 Murnau am Staffelsee

Tel. 08841-48-2949
omach@bgu-murnau.de

Orpheus Mach

- geboren 1961 in München
- Studium an der Technischen Universität München
- Verheiratet, 2 Kinder
- 1991 Diplom-Sportlehrer in der kardiologischen Rehabilitation der Stiftsklinik Augustinum, Haus Ammermühle
- seit 1992 Diplom-Sportlehrer an der Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Murnau
- Sportwart des Rollstuhlsportvereins Murnau e.V.



Berufsgenossenschaftliche
Kliniken Bergmannstrost
Klinik für Physikalische und
Rehabilitative Medizin

Merseburger Str. 165
06112 Halle/S.

Tel. 0345/1326170
moews.volker@
bergmannstrost.com

Volker Möws

- Jahrgang 1960 gebürtig in Berlin
- Studium der Sportwissenschaften an der Deutschen Hochschule für Körperkultur Leipzig
- 1986 Abschluß als Diplom-Sportlehrer
- Wissenschaftliche Assistenz am Forschungsinstitut für Körperkultur und Sport in Leipzig bis 1990 – Trainingsmethodische und leistungsdiagnostische Betreuung der Leichtathletik-Nationalmannschaft Mittel-/Langstrecke
- Ausbildung zum Sozialarbeiter/Sozialpädagogen und tätig im Bereich körperlich und geistig Behinderter bis 1995
- 1997 berufliche Zusatzqualifizierung zum Sporttherapeuten
- seit 1998 beschäftigt in den Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Bergmannstrost Halle/S.
- ab 2003 tätig in der Übungsleiterausbildung des Behinderten- und Rehabilitationssportverbandes Sachsen-Anhalt
- seit 2010 neben der therapeutischen Tätigkeit auch Sport-/Projektkoordination in den BG Kliniken Bergmannstrost

Ein ganz besonderer und herzlicher Dank gilt der unermüdlichen Mitarbeit von Frau Jana Tobry, die durch ihre zahlreichen Recherchen, Abbildungen, Grafiken sowie inhaltlich-fachlichen Hinweisen maßgeblichen Anteil am Entstehen dieses Bandes hat.