

Koordinationstraining in der Therapie am Beispiel der VKB-Plastik

1. Einordnung der Koordination in den Komplex der körperlichen Leistungsfähigkeit

Neben den konditionellen Fähigkeiten Kraft, Ausdauer, Beweglichkeit und Schnelligkeit wird in der sportwissenschaftlichen Literatur auch die Koordination ins Bedingungsgefüge der sportlichen Leistungsfähigkeit mit aufgenommen.

Während die Entwicklung der Kondition abhängig ist von Anpassungsprozessen in der Muskulatur und im Herzkreislaufsystem, so ist das Niveau der Koordination Ergebnis von motorischen Anpassungs- u. Lernprozessen, welche sich im Zentralnervensystem (ZNS) niederschlagen (MARTIN 1991, 27).

Gut ausgeprägte koordinative Fähigkeiten lassen eine Bewegung flüssig, geschickt und ökonomisch erscheinen, die konditionellen Fähigkeiten können effektiver eingesetzt werden. „Je mehr ein Sportler in der Lage ist, seine eigene Bewegung sowie die Umweltsituation analysatorisch zu erfassen, desto besser wird er sich auf veränderte Gegebenheiten einstellen und im Rahmen seiner individuellen Möglichkeiten motorisch lösen können“ (WEINECK 199 , 24).

Aufgrund der schnellen Entwicklung des ZNS im Laufe der ersten Lebensjahre sind die koordinativen Fähigkeiten am besten im Kindes- u. Jugendalter zu trainieren. Deshalb sind sozial bedingte motorische Fehlentwicklungen häufigster Grund für koordinative Defizite, die durch mangelnde Bewegung im Erwachsenenalter noch verstärkt werden können. Koordinationsschwächen und –störungen vermindern die Präzision und Ökonomie des Bewegungsverhaltens und führen somit zu einer permanenten Unfall- u. Überforderungsgefahr.

1.1 Definition der Koordination und der koordinativen Fähigkeiten

Überblickt man die verschiedenen Veröffentlichungen und Konzepte zur Koordination, so fällt auf, daß noch immer keine einheitliche Systematik dazu in der Sportwissenschaft gefunden ist. ROTH (1999, 3) spricht gar von einem „Inhalts-Dilemma“, da dem hohen Stellenwert des Koordinationstrainings eine unterentwickelte theoretische Grundlage gegenübersteht.

Bezüglich der Definition der Koordination herrscht in der Bewegungs- u. Trainingswissenschaft Übereinstimmung:

„Koordination ist das Zusammenwirken von Zentralnervensystem und Skelettmuskulatur innerhalb eines gezielten Bewegungsablaufes“ (RÖTHIG 1977, 166).

MEINEL/SCHNABEL (1987) nehmen gesetzmäßig aufeinanderfolgende Lernphasen an und unterteilen die Koordination in grobmotorische und feinmotorische Koordination. Dabei wird die Grobkoordination als unvollkommene Stufe des motorischen Lernens angesehen und der verbesserten Stufe der Feinkoordination vorangestellt.

Weiterhin kann innerhalb der Koordination grob in intramuskuläre Koordination, die das Zusammenwirken von ZNS und Muskulatur innerhalb eines gezielten Bewegungsablaufes beschreibt, und intermuskulärer Koordination, die das Zusammenspiel verschiedener Muskelgruppen bezeichnet, unterschieden werden.

Die koordinativen Fähigkeiten werden wie folgt definiert:

„Die koordinativen Fähigkeiten werden als generelle, bewegungs- u. sportartübergreifende Leistungsvoraussetzungen angesehen, die das Niveau wesentlicher Vorgänge bei der Steuerung und Regelung menschlicher Willkürbewegungen charakterisieren“
(ROTH 1999, 3).

Unter dem Fähigkeitsbegriff ist eine bestimmte Voraussetzung, ein Potential zu verstehen. Koordinative Fähigkeiten sind demnach die Voraussetzungen für die Bewegungssteuerung- u. regelungsprozesse und damit nicht direkt sichtbar, sondern nur über die Qualität des Bewegungsverlaufes zu analysieren. MEDLER (1999, 30) drückt dies in der Computersprache als „das Betriebssystem des Bewegungsvermögens“ aus.

Auf der Grundlage dieser allgemein anerkannten Definitionen erfolgte nun in den vergangenen Jahren die Bildung von koordinativen Aufgaben- u. Anforderungsklassen, die je nach Sichtweise sehr unterschiedlich ausfielen. Es entstand eine sehr große Begriffsvielfalt, als von den ermittelten Aufgabenklassen nun jeweils auf konkrete koordinative Fähigkeiten geschlossen wurde.

Am bekanntesten ist vermutlich die auf BLUME (1978) zurückgehende Einteilung der koordinativen Fähigkeiten in:

- **Kopplungsfähigkeit**
zur Koordinierung von Teilkörper- und Einzelbewegungen in Beziehung zur Ganzkörperbewegung
- **Orientierungsfähigkeit**
zur Bestimmung und Veränderung der Lage und Bewegung des Körpers in Raum und Zeit
- **Differenzierungsfähigkeit**
zum Erreichen einer hohen Feinabstimmung einzelner Bewegungsphasen und Teilkörperbewegungen
- **Gleichgewichtsfähigkeit**
den gesamten Körper im Gleichgewichtszustand zu halten oder während und nach Bewegungshandlungen diesen Zustand beizubehalten oder wiederherzustellen
- **Reaktionsfähigkeit**
zur schnellen Einleitung und Ausführung zweckmäßiger kurzzeitiger, motorischer Aktionen auf ein Signal hin
- **Rhythmisierungsfähigkeit**
einen von außen vorgegebenen Rhythmus zu erfassen und motorisch zu reproduzieren

- Umstellungsfähigkeit aufgrund von Situationsveränderungen das Handlungsprogramm den neuen Gegebenheiten anzupassen

2. Definitionen von Koordination und Propriozeption

2.1. Propriozeption

Die Propriozeption ist ein Aspekt der Tiefensensibilität. Die für das Training wichtigen Rezeptoren der Tiefensensibilität kommen in Gelenken, Muskeln und Sehnen vor. Sie empfangen keine Reize aus der Umwelt sondern aus dem eigenen Körper (lat. proprio = eigen). Zusätzlich sind die Rezeptoren in der Haut zu erwähnen. Motorisches Lernen bzw. Koordinationstraining findet unter der Nutzung propriozeptiver Informationen statt.

Die bedeutsamsten Rezeptoren für die menschliche Bewegung sind die in der Muskulatur gelegenen Muskelspindeln, Golgi-Sehnenspindeln und Lamellenkörper sowie die in den Gelenken gelegenen freien Nervenendigungen, Ruffini- und Pacini-Körperchen.

Je nach Funktion melden die einzelnen Rezeptoren verschiedene Informationen an das ZNS weiter:

- dynamische und statische Längen- und Spannungsveränderungen der Muskulatur
- Winkelstellung der Gelenke und Stellung der Gelenke zueinander
- Mechanische Reize wie Druck, Zug und Wechsel zwischen Druck und Zug
- Geschwindigkeit von Gelenkbewegungen

3. Zielsetzungen, Inhalte und Methoden des Koordinationstrainings in der Therapie

Die Ruptur des vorderen Kreuzbandes sowie in noch stärkerem Maße die nachfolgende Operation führen durch die Verletzung/Entfernung von Gelenkrezeptoren zu einer Verschlechterung der Eigenwahrnehmung (Propriozeption). Die fehlende afferente Rückmeldung aus der Peripherie führt zu einem verminderten Koordinationsvermögen und zu einer Veränderung neuromuskulärer Ansteuerungsmuster:

- Verminderte Gleichgewichtsfähigkeit
- Verminderte Reproduzierbarkeit von Gelenkwinkelstellungen
- Geringere Aktivierung des M. vastus medialis und eine stärkere Aktivierung des M. vastus lateralis und M. biceps femoris
- Jüngere Studien beschreiben sogar eine Reduktion der koordinativen Fähigkeiten der nichtbetroffenen Seite

Zielsetzung des koordinativen Trainings ist die Wiederherstellung der fehlenden oder geschädigten muskulären Reaktionsbereitschaft sowie das Wiederabrufen von prätraumatisch beherrschten Bewegungsabläufen. Übergordnetes Ziel ist dabei die sichere statische und dynamische Beinachsenstabilität.

Die Schwerpunkte des Koordinationstrainings können wie folgt den unterschiedlichen Reha-Phasen zugeordnet werden:

Tab. 1 Phasenspezifische Zielsetzung von koordinativem Training nach VKB-Operation

	Zeitraum	Zielsetzung
Stufe 1	3.- 5. Woche post-OP	Körper-/Bewegungswahrnehmung muskuläre Anspannung/Entspannung statisches Beinachsentraining
Stufe 2	6.-12. Woche post-OP	Dynamische Beinachsenstabilität bei alltagstypischen Bewegungsabläufen
Stufe 3	3.-5. Monat post-OP	Dynamische Beinachsenstabilität bei sporttypischen Bewegungsabläufen
Stufe 4	Ab 6. Monat Post-OP	Sportartspezifisches Training Muskuläre Sicherung von Bewegungsabläufen außerhalb der Beinachse

Aufgrund der oben angedeuteten unterentwickelten theoretischen Grundlagen zum Koordinationstraining stellt ROTH (1999), basierend auf einer Idee von NEUMAIER/ MECHLING (1995), ein Modell zur Strukturierung von koordinativen Anforderungen des Sporttreibens vor. Das im folgenden dargestellte Modell ist eine Zusammenführung verschiedener Konzepte mit dem Ziel, Antworten auf die Frage nach den Inhalten und Methoden des Koordinationstrainings zu finden (vgl. Abb. 1).

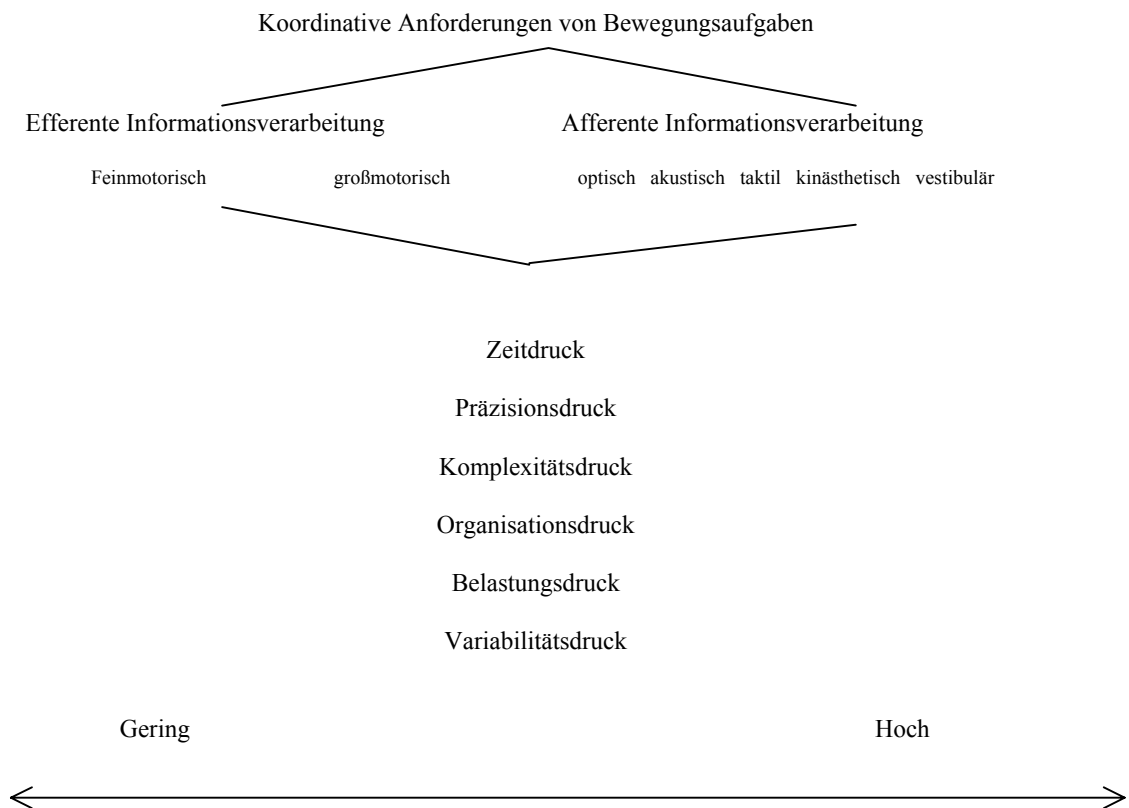


Abb. 1 Koordinative Anforderungsklassen/Aufgabenkategorien (ROTH 1999, 7)

ROTH kombiniert in diesem Modell in zweierlei Hinsicht die Anforderungen von Bewegungsaufgaben. In der oberen Hälfte beschreibt er die möglichen Informationsanforderungen und unterteilt dabei in den Umfang der einzubeziehenden Muskelgruppen (Efferenz) und den Einsatz der Sinnesorgane (Afferenz). In der unteren Hälfte definiert er sechs Druckbedingungen:

- Zeitdruck = Aufgabenstellungen, bei denen es auf eine Zeitminimierung bzw. Geschwindigkeitsmaximierung ankommt
- Präzisionsdruck = Aufgabenstellungen, bei denen es auf eine höchstmögliche Genauigkeit ankommt
- Komplexitätsdruck = Aufgabenstellungen, bei denen es auf eine Bewältigung vieler hintereinandergeschalteter (sukzessiver) Anforderungen ankommt
- Organisationsdruck = Aufgabenstellungen, bei denen es auf eine Bewältigung vieler gleichzeitiger Anforderungen ankommt
- Belastungsdruck = Aufgabenstellungen, bei denen es auf die Bewältigung von Anforderungen unter physisch-konditionellen Belastungsbedingungen ankommt
- Variabilitätsdruck = Aufgabenstellungen, bei denen es auf die Bewältigung von Anforderungen unter wechselnden Umgebungs- /Situationsbedingungen ankommt

Aus diesem Modell können nun die vielfältigsten Varianten von koordinativen Übungen entwickelt werden, je nachdem, wie die Informations- u. Druckerfordernngen miteinander kombiniert werden.

Zur Methodik des Koordinationstrainings ergibt sich sowohl für den sportlichen, als auch für den therapeutischen Bereich folgende Grundformel:

Koordinations- = **Einfache** + **Vielfalt** + **Druckbedingungen**
schulung **Fertigkeiten** **effere** **nterente,** **(Zeitdruck, Präzisions-**
fferente **Anforderungen** **druck, Komplexitätsdruck,**
Organisationsdruck,
Belastungsdruck, Variabi-
litätsdruck)

Diese Grundformel von ROTH (1999) nutzt REBEL (2000), um eine Systematik für ein koordinatives Training nach VKB-Operationen zu entwickeln. Dabei legt sie in den unterschiedlichen Rehabilitationsphasen je nach Zielsetzung und Kniegelenkssituation den Schwerpunkt auf einzelne motorische Fertigkeiten (z.B. Einbeinstand, Gehen, Laufen usw.) und Druckbedingungen. Zusätzlich betont sie die Wichtigkeit des Bewegungsumfangs, der Gewichtsbelastung und der Dynamik als Steuerungsgrößen des koordinativen Trainings in der Rehabilitation.

Zum methodischen Vorgehen bietet REBEL (2000) folgendes Schema an (Tab. 2):

Die Auswahl der Druckbedingungen in den jeweiligen Stufen richtet sich nach der postoperativen Stabilität sowie der Schmerz- u. Schwellungsentwicklung. Als wichtigste Druckmittel beschreibt REBEL den Präzisionsdruck und den Variabilitätsdruck.

Zeitdruck: Aufgrund der neuromuskulären Hemmung und der damit verbundenen herabgesetzten Gelenkstabilität sollten schnelle Bewegungen in der frühen postoperativen Phase gemieden werden. Mit Reduzierung der Hemmung können Übungen mit dem Zeitaspekt hinzugenommen werden.

Präzisionsdruck: Das Einhalten der exakten Beinachse ist in allen Phasen wichtigster Punkt des Koordinationstrainings.

Komplexitätsdruck: Mit zunehmender Rehadauer steigt die Möglichkeit, zahlreiche Kombinationsmöglichkeiten von Bewegungsfertigkeiten anzubieten.

Organisationsdruck: Das zunehmende Durchführen gleichzeitiger Aufgabenstellungen erhöht im Laufe der Rehabilitation den Organisationsdruck.

Belastungsdruck: Nach dem Stadium der Wundheilung richtet sich die postoperative Belastbarkeit. Schmerz, Bewegungseinschränkung und neuromuskuläre Hemmung bestimmen die Belastbarkeit. In den letzten Phasen der Rehabilitation sollte das Koordinationstraining auch unter Vorbelastung durchgeführt werden.

Variabilitätsdruck: In der Frühphase sollte ein wiederholtes Üben gleicher Bewegungsabläufe mit vielen Variationen das Wiederabrufen prätraumatischer, automatisierter Bewegungsprogramme erreichen. Im weiteren Verlauf werden alltägliche und sporttypische Bewegungen durch ständige Wiederholung gefestigt und gegen Störeinflüsse stabilisiert.

FREIWALD (1997) schildert weitere methodische Aspekte:

- ☞ Koordinationstraining soll am Anfang einer Therapieeinheit stehen, da nur zu Beginn die Aufmerksamkeit des Patienten hoch ist
- ☞ Jede koordinative Fähigkeit muß energetisch unterlegt sein
- ☞ Das Alter und die motorische Vorerfahrung des Patienten muß bedacht werden. Mit zunehmendem Alter nehmen die koordinativen Fähigkeiten ab
- ☞ Die Motivation des Patienten (und des Therapeuten) muß hoch sein
- ☞ Vom Therapeuten muß beim Patienten eine genaue Bewegungsvorstellung geschaffen werden, indem mit dem Patienten über seine Empfindungen gesprochen und die Aufmerksamkeit nach innen hergestellt wird
- ☞ Korrekturen müssen immer auf das Wesentliche beschränkt der Auffassungskapazität der Übungen angepasst werden
- ☞ Es muß unbedingt positiv verstärkend korrigiert werden, um die Motivationslage nicht zu beeinträchtigen
- ☞ Alle Informationskanäle (verbal, visuell usw.) des Lernenden sollten zum Feedback berücksichtigt werden
- ☞ Der Zeitpunkt der Korrektur sollte direkt nach der Bewegung liegen. Auf eine Korrektur während der Übung sollte verzichtet werden, dabei ist auf eine ausreichend genaue Vorinformation des Übenden zu achten.
- ☞ Die Verbalisierung von Empfindungen und Bewegungen sowie die Fähigkeit des mentalen Trainings beeinflussen das Bewegungslernen entscheidend

Abschließend ist festzustellen, daß noch keine wissenschaftlich abgesicherten Angaben zu den Belastungsnormativen (Reizintensität, Reizumfang, Reizdauer, Reizdichte) existieren, die für eine exakte Belastungssteuerung des koordinativen Trainings in der Therapie wichtig wären.

Literatur

FREIWALD, J.: PMT-Seminarhandbuch – Propriozeptives Training, 1998.

REBEL, M.: Koordinatives Training nach VKB-Operationen. In: Sportverletzung Sportschaden 2000; 14, 12-19.

REUTER, I./ ENGELHARDT, M./ FREIWALD, J.: Steuerung der Muskulatur durch sensorische Rückmeldung. In: TW Sport + Medizin 1994; 6, 3, 181-184.