

# Transplantation und Sport

## Sport nach Transplantation

Was kann ich mir zutrauen ?

Kurt A. Moosburger  
Facharzt für Innere Medizin  
Sportmedizin - Ernährungsmedizin  
[www.dr-moosburger.at](http://www.dr-moosburger.at)

# Sport nach Transplantation

(*Was kann* ich mir zutrauen ?)

*Was soll* ich mir zutrauen ?

*Was soll* ich trainieren ?

*Wie soll* ich trainieren ?

Ein körperlich aktiver Lebensstil  
ist aus präventivmedizinischer Sicht  
für jeden Menschen wichtig.

Aber manchmal braucht es ein Mehr an Bewegung

Bewegung oder Sport ist nicht automatisch Training

Nicht jede körperliche Aktivität ist trainingswirksam

# Training

## *Bewegung als Medikament*

Ein Training hat einen funktionellen Zweck:

Es löst Wachstumsprozesse aus

Körperliche Bewegung, die keine Wachstumsprozesse auslöst,  
ist kein Training !

# Training

## "Bewegung als Medikament"

Katabole Vorgänge laufen ständig von selbst ab.

Anabole Vorgänge bedürfen ständiger Stimuli.

⇒ Auch zur Erhaltung eines erreichten Zustandes sind ständige Reize notwendig !

⇒ Training muss daher **regelmäßig ganzjährig** durchgeführt werden !

# “Bewegung als Medikament”

*Es gibt keine chronische Erkrankung,  
die ein Training verbieten würde.*

Ebenso ist ein Training nach Organtransplantation  
nicht “verboten”, sondern empfehlenswert -  
und sogar wichtig !

# Das Problem der Dekonditionierung

durch körperliche Inaktivität und immunsuppressive Therapie

- Muskelquerschnitt ↓ (= Hypotrophie)
  - IK (intramuskuläre Koordination) ↓  
⇒ Kraft ↓
  
  - Mitochondrienvolumen ↓ (Zahl und Größe der Mitochondrien)
  - Kapillarisation der Muskelfasern ↓
  - Herzminutenvolumen (HMV) ↓  
⇒ maximale Sauerstoffaufnahme ( $\text{VO}_2 \text{ max}$ ) ↓  
⇒ Ausdauerleistungsfähigkeit ↓
- ⇒ Abnahme der körperlichen Leistungsfähigkeit

# Diagnostik vor Beginn eines Trainings

- **Blutdruck:** Optimierung einer antihypertensiven Therapie
- **Laborkontrolle:** Blutbild, Blutzucker, Blutfette, Schilddrüse, Ferritin, Leberwerte, Nierenwerte, Elektrolyte
- **Ergometrie**
- **Echokardiographie** (inkl. Dopplerechokardiographie)

# Ergometrie (Fahrrad)

- Standardprotokoll (25 Watt/2 min)
- Objektive Ausbelastung anstreben (Motivation !)
- PWC: Maximale Watt-Leistung, Watt/kg
- HF-Regulation, Ermittlung der maximalen HF  
⇒ individuell ! "220 minus Alter" nicht zweckmäßig !
- RR-Regulation (Belastungshypertonie?)
- Beschwerden? Stenokardien? Belastungsasthma?

# Echo-/Dopplerechokardiographie (transthorakal)

- **Systolische LV-Funktion** (LVEDD, LVESD, FS, EF, LV-Vol, SV...)  
Größe und Kontraktilität des linken Ventrikels ?  
Regionale Wandbewegungsstörung ?  
Diastolische Myokarddicke von Septum u. HW
- **Diastolische LV-Funktion:** Füllung des linken Ventrikels
- **Klappenmorphologie und -funktion**
- **Druck im Lungenkreislauf**

Die medizinische Trainingslehre

gilt für jedermann,

für den Anfänger wie für den Profi

# “Dosierung” eines Trainings

1. Intensität (“Dosis”)
2. Dauer (“Dosis”)
3. Häufigkeit (“Dosisintervall”)
4. Umfang (“wöchentliche Gesamtdosis”)  
WNTZ = wöchentliche Netto-Trainingszeit

*individuell in Abhängigkeit von Leistungsfähigkeit  
und Trainingszustand*

# Die positiven Effekte eines körperlichen Trainings

Die zwei wichtigsten motorischen Grundeigenschaften sind

- die Kraft
- die Ausdauer

# Die positiven Effekte eines körperlichen Trainings

## Ausdauertraining (allgemeine Ausdauer)

- zyklisch-dynamische Muskelarbeit
- mindestens ein Sechstel der gesamten Skelettmuskulatur
- mindestens 3 Minuten

## Krafttraining (je nach Zielsetzung)

- Maximalkrafttraining
- Hypertrophietraining
- Schnellkrafttraining
- Kraftausdauertraining

# Die positiven Effekte eines körperlichen Trainings

## Ausdauertraining:

- Steigerung der allgemeinen Ausdauerleistungsfähigkeit durch Steigerung der muskulären  $VO_2\text{max}$ : HMV  $\uparrow$ , Kapillarisation, Mitochondrien-Volumen  $\uparrow$
- Ökonomisierung der Herzarbeit: kard. Vagotonie, SV-Reserve  $\uparrow$ , HF  $\downarrow$
- Metabolischer Benefit (Glukose- und Lipidstoffwechsel)

## Krafttraining:

- Steigerung der Muskelkraft
- Verbesserung der Koordination (intra- und intermuskulär)
- Verbesserung der Beweglichkeit (Übungen mit großem ROM)
- Erhaltung bzw. Steigerung der Muskelmasse
- Metabolischer Benefit (Glukose- und Lipidstoffwechsel)
- Erhaltung/Erhöhung der Knochendichte (Osteoporose-Prävention)

# Die maximale Sauerstoffaufnahme

*Die maximale Sauerstoffaufnahme ( $VO_2 \max$ ) repräsentiert das maximale Transportvermögen von Sauerstoff aus der Atemluft in die Arbeitsmuskulatur.*

Sie ist das Maß für

1. die Sauerstoff-Zufuhr (Atmung)
  2. den Sauerstoff-Transport (Herz-Kreislauf-System) sowie
  3. die Sauerstoff-Verwertung (Muskelzelle)
- im Ausbelastungszustand des Organismus.

**Entscheidend ist, wie viel Sauerstoff im Muskelstoffwechsel für die aerobe Energiegewinnung zur Verfügung gestellt wird**

⇒ Verbrennung (Oxidation) von Fettsäuren  
und Traubenzucker (Glukose)

# Ermittlung der Belastungsintensitäten für das Ausdauertraining

Orientierung an der max. Wattleistung bzw. max. HF  
im Breiten- und Gesundheitssport am zweckmäßigsten !

"Untergrenze" : 50% der max. PWC = ca. 70% der max. HF  
bei Untrainierten meist 75% der max. HF !  
(bei Trainierten 65-70% der max. HF)

"Obergrenze" : 70-75% der max. PWC = 85-88% der max. HF  
(bei Trainierten bis 90% der maximalen HF)

Laktatmessung im Breiten- und Gesundheitssport nicht notwendig  
und auch nicht sinnvoll  
(v.a. nicht mit dem "starren" 2- und 4 mmol-Schwellenkonzept)

Spiroergometrie nicht notwendig  
Berechnung der  $VO_2$  in ml/min :  $3.5 \times KG \text{ (kg)} + 12 \times \text{Watt (Mann)}$   
 $3.2 \times KG \text{ (kg)} + 12 \times \text{Watt (Frau)}$

# Ermittlung der Belastungsintensitäten für das Ausdauertraining

Wenn man den genauen Ruhepuls kennt !  
(Ruhepuls: Herzfrequenz unmittelbar nach dem morgendlichen Erwachen)

## KARVONEN-Formel:

Prozentsatz der Herzfrequenzreserve plus Ruhepuls

Herzfrequenzreserve = maximale Herzfrequenz minus Ruhepuls

⇒ **(max. HF minus Ruhe-HF) x Faktor plus Ruhe-HF**

extensives Ausdauertraining: Faktor ~ 0.6

intensives Ausdauertraining: Faktor ~ 0.8

# Trainingsempfehlungen (Extensives Ausdauertraining)

## Untrainierte:

- Beginn mit 3 x 10 - 15 min pro Woche
- Schrittweise Erhöhung der Trainingsdauer alle 4 bis 6 Wochen um 5 - 10 min  
→ 3 x 20 → 3 x 30 → 3 x 40 (bis 3 x 60) min  
  
⇒ WNTZ 2 (bis 3) Stunden
- Weitere Steigerung der Leistungsfähigkeit durch Erhöhung der Trainingsfrequenz:  
→ 4 x 30 → 4 x 40 → 4 x 50 min usw.

# Das Problem schwindender Muskelmasse

Physiologischer "Muskelschwund" ab dem 25.-30.Lj: ca. 1% pro Jahr  
*erst recht bei einem sedentary lifestyle!*

## 1. Muskulatur als Stützorgan des passiven Bewegungsapparates

⇒ Orthopädische Probleme: *Osteoporose - "Osteofractose"*  
*Arthrosen*

Muskelkraft und intermuskuläre Koordination ↓

⇒ sturzbedingte Frakturen

## 2. Muskulatur als Stoffwechselorgan

⇒ Metabolische Konsequenzen: BMR ↓, TEE ↓, Körperfettanteil ↑  
(auch bei gleichbleibendem Körpergewicht!)

⇒ *Insulinresistenz, metabolisches Syndrom*

*Typ 2-Diabetes mellitus als "Muskelmangelerkrankung"*

# Das Problem schwindender Muskelmasse

Die Muskulatur ist das größte Organ, das  
**Glukose aufnimmt !**

Faustregel: Die Muskelmasse ist proportional zur Insulinsensitivität

Die Muskulatur ist das größte Organ, das  
**Fett verbrennt !**

⇒ Plädoyer für ein regelmäßiges Krafttraining !  
(spätestens ab dem 30. Lebensjahr)

Ab dem 50. Lebensjahr hat Krafttraining einen höheren  
Stellenwert als Ausdauertraining !

# Krafttraining aus medizinischer Indikation

sollte primär ein **Hypertrophietraining** sein

Vorrangiges Ziel ist der Muskelaufbau  $\Leftrightarrow$  "Zurückholung" von im Lauf der Jahre "verlorengegangener" Muskelmasse als

1. **Stoffwechselorgan** (Insulinsensitivität, BZ-Homöostase, Fettsäureoxidation)

2. **Stützorgan des passiven Bewegungsapparates**

Das "Prinzip der letzten Wiederholung" ist für Anfänger kein "Muss"

$\Leftrightarrow$  **"Sanftes Krafttraining"** (*Boeckh-Behrens/Buskies*)

# Komplexe Übungen versus Isolationsübungen

**Isolierte Übung:** Training eines Muskels ("Bodybuilding")

Beispiele: *Biceps-Curls, Crunches, Adduktoren-/Abduktorenmaschine*

**Komplexe Übung:** Training einer Bewegung

Beanspruchung mehrerer Muskelgruppen, die gemeinsam an einer Bewegung beteiligt sind ("Muskelkette, "Muskelschlinge")

Beispiele:

*Box squats, tiefe Kniebeuge:* Hamstrings, Quadriceps, Glutaeus maximus,  
autochthone Rückenmuskulatur

*Klimmzug mit engem Kammgriff:* Biceps, Pectoralis, Latissimus

*Bankdrücken:* Pectoralis, vorderer Deltoid, Trizeps

# Krafttraining mit freiem Widerstand versus Maschinen

## Maschinen:

- Geführte Bewegung  
⇒ kaum Training der *intermuskulären Koordination*
- Einstieg für Anfänger (aber grundsätzlich können auch diese mit freiem Widerstand beginnen: Lerneffekt !)
- Kein Partner erforderlich

## Freier Widerstand (Langhantel):

- Training der Kraft *und* der intermuskulären Koordination  
⇒ besonders effiziente Hilfe im Alltag !
- Partner zur Kontrolle und Hilfestellung bei Bedarf

# Die Methodik des Krafttrainings

ist unabhängig vom Trainingszustand

(d.h. bei Anfängern die gleiche wie bei "Profis")

Unterschied: 1. **Widerstand** (Hantelgewicht)

2. **Trainingsvolumen**

⇒ Anpassung der "Dosis" (analog zum Ausdauertraining)

*Anfänger müssen zuerst die korrekte Bewegungsausführung der Übungen erlernen und automatisieren, bevor sie den Widerstand erhöhen !*

⇒ Prophylaxe von Überlastungssyndromen (z.B. "Ansatztendinosen") und Verletzungen

# Die Methodik des Krafttrainings

Der Widerstand (Hantelgewicht bzw. entspr. Maschineneinstellung) richtet sich nach der geplanten WH-Zahl eines Satzes

- **Maximalkraft:** 3 - 6 (versuchsweise) schnelle WH
- **Hypertrophie:** 8 - 12 zügige bis langsame WH (auch exzentrisch)
- **Schnellkraft:** 3 - 5 schnellstmögliche, "explosive" WH \*
- **Kraftausdauer:** 30 - 40 (bis 60) zügige WH \*\*

---

\* Widerstand 50-55% des 1RM (1RM = one repetition maximum)

\*\* innerhalb ca. 90 sec, TUT 40 - 60 sec (max. anaerob-laktazide Energiebereitstellung)

# Die gute Nachricht

Auch bei Zustand nach Organtransplantation sind Kraft und Ausdauer effizient trainierbar.

Die kardiovaskulären, hormonellen und metabolischen Trainingseffekte bleiben auch nach Transplantation erhalten.

⇒ Kraft und Ausdauerleistungsfähigkeit können auch nach Organtransplantation signifikant gesteigert werden.

Der Nutzen eines körperlichen Trainings überwiegt gewisse Einbußen des Trainingseffekts, die durch die **sympathische Denervation** und die **immunosuppressive Medikation** bedingt sind.

**Auswirkungen der sympathischen Denervation bei körperlicher Belastung:**

- Herz: HF-Anstieg ↓, Schlagvolumen ↓ ⇒ HMV ↓
- Lunge: keine Beeinträchtigung der Atmung
- Leber: keine verminderte Glukoseproduktion
- (Niere: Reninausschüttung ↓)
- (Pankreas: Insulinausschüttung ↓)

**Die Wirkung der immunsuppressiven Medikation auf die Muskulatur:**

- Kapillarisation ↓
- Cyclosporin: gewisser toxischer Effekt auf die Mitochondrien

# Was bringt ein regelmäßiges Training ?

- "motorische" Trainingseffekte
  - Steigerung der **Muskelkraft**
  - Steigerung der **Ausdauerleistungsfähigkeit**  
(inkl. des kardialen Benefits)
- Steigerung des Energieumsatzes
  - **Metabolische Benefits**
  - Erzielen einer **negativen Energiebilanz**  
⇒ "Abspecken"

# Weitere positive Effekte eines körperlichen Trainings

- **Herz-Kreislauf:**  
Blutdrucksenkung durch "Betablockereffekt" bei Ausdauertraining
- **Arterien:**  
Bildung von NO im Endothel  $\Rightarrow$  Gefäßerweiterung, Durchblutung  $\uparrow$ , diastol. RR  $\downarrow$
- **Blut:**  
Plasmavermehrung  $\Rightarrow$  Blutviskosität  $\downarrow$   
Fibrinolyseaktivität  $\uparrow$   
Thrombozytenaggregation  $\downarrow$
- **Knochenstoffwechsel:**  
Erhöhung der Knochendichte und Verbesserung der Mikroarchitektur durch "weight-bearing exercises".
- **Hormonsystem:**  
HGH/IGF-1, ACTH, Testosteron, Cortisol, Katecholamine...
- **Immunsystem:**  
weiße Blutkörperchen (Lymphocyten...), Zytokine (IL-6  $\downarrow$ ...)

...und nicht zuletzt:

- **Der psychologische Benefit**

Stimmungslage, Ausgeglichenheit, Zufriedenheit,  
allgemeines Wohlbefinden, Selbstwertgefühl, Selbstvertrauen

- **Der soziale Benefit**

Förderung sozialer Kompetenzen (Kommunikation...)  
Teilnahme an Sportwettkämpfen (Welt-Transplantations-Spiele...)

⇒ **Lebensqualität !**

# Bewegung

(mit oder ohne Transplantation)

Bewegung ist ein Grundbedürfnis des Lebens.

Sie ist Ausdruck der Persönlichkeit und der Befindlichkeit des Menschen.

Durch die Wiederherstellung der körperlichen und emotionalen Balance einerseits und der Identität andererseits können die täglichen Anforderungen der Lebenssituation wieder besser bewältigt werden.

# Bewegung

(mit oder ohne Transplantation)

- den eigenen Körper wieder besser wahrnehmen
  - körperliche Möglichkeiten entdecken
    - Fähigkeiten und Grenzen erfahren
      - Gefühle wahrnehmen
      - Vertrautheit erleben
    - die Belastbarkeit erhöhen
  - das Selbstvertrauen steigern

# Bewegung

(mit oder ohne Transplantation)

- Gesundheitsfaktor
- Fitnessfaktor
- Spaßfaktor !