

Sarkopenie

Klinische Bedeutung

Ursachen - Prävention - Therapie

Kurt A. Moosburger
Facharzt für Innere Medizin
Sportmedizin - Ernährungsmedizin
www.dr-moosburger.at

Sarkopenie

aus dem Griechischen:

"sarx" = Fleisch

"penia" = Mangel

Begriff "Sarkopenie": seit Mitte der 90er-Jahre in wissenschaftlichen Publikationen

Poehlman ET et al 1995, *Sarcopenia in aging humans: the impact of menopause and disease*

Rosenberg Irwin H 1997, *Sarcopenia: Origins and clinical relevance*

Evans W 1997, *Functional and metabolic consequences of sarcopenia*

und viele weitere ...

Sarkopenie

Allgemeine Definition

Ein durch Alter, Krankheit und/oder inadäquate Lebensgewohnheiten verursachtes Syndrom, das im **Abbau von skelettaler Muskelmasse** in kritischem Ausmaß sowie **kritisch abgesenkter Muskelkraft** und/oder **Muskelfunktionalität** besteht.

Andere Definitionen beziehen den Begriff nur auf den altersbedingten Muskelmasseverlust.

Sarkopenie

Spezifische Definition

Fettfreie Körpermasse (**LBM** = lean body mass)
≥2 Standardabweichungen unter dem altersspezifischen Mittelwert
(Castillo et al, Am J Prev Med 2003)

Einteilung je nach Skelettmuskelindex in Klasse I und II

SMI = Skelettmuskelmasse/Körpermasse × 100

(Zoico et al, Int J Obes Relat Metab Disord 2004)

Sarkopenie

Altersbedingte Muskelatrophie ab ca. 65. Lebensjahr

Physiologischer Verlust von Muskelmasse
bereits ab dem 25. Lebensjahr !
(bei körperlicher Inaktivität): ca. 1 % pro Jahr

Vermehrter Muskelabbau ab dem 50. Lebensjahr

30. - 80. Lj.: Verlust von ca. einem Drittel der Muskelmasse

Sarkopenie: < 70 J: 10 - 25 %
> 80 J: mehr als 40 %

Zunehmende Prävalenz der Sarkopenie mit steigendem Lebensalter

Alter	Frauen	Männer
< 70	23.1 %	13.5 %
70 - 74	33.3 %	19.8 %
75 - 80	35.9 %	26.7 %
> 80	43.2 %	52.6 %

Sarkopenie

Altersbedingter Muskelabbau

(Verlust von Skelettmuskulatur)

und damit einhergehende funktionelle Einschränkungen
vor allem **Abnahme der Muskelkraft**

- Abnahme von Muskelfasern
- Atrophie der verbleibenden Fasern

Wesentliches Zeichen des
physiologischen (?) Alterungsprozesses

Sarkopenie - Pathogenese

Pathogenetische Mechanismen noch nicht vollständig bekannt

- Aktivierung von **proteolytischen Signalwegen** wie bei
 - oxidativem Stress
 - Entzündungen
 - hormonellen Anpassungsreaktionen
 - Verlust von neuronalen Innervationen

- Initiierung von **apoptotischen Signalwegen**
 - rezeptorvermittelt
 - über Mitochondrien und/oder das SR ablaufend

Sarkopenie - Apoptose

Apoptose

- Programmierter Zelltod
Genetisch fixiertes "Selbstmordprogramm" der Zelle
- Proteolytischer Prozess
- Ablauf über spezifische Signalwege
 - morphologische, biochemische und molekulare Besonderheiten:
 - DNA-Fragmentierung
 - Kernkondensation
 - Entstehung von sog. Apoptosekörperchen

Erfassung der Sarkopenie

- MRI
- DEXA-Scan, Body Impedanz-Messung

RSMI (relativer Skelettmuskelindex)

- Normal: Männer $\geq 10.76 \text{ kg/m}^2$, Frauen $\geq 6.76 \text{ kg/m}^2$
- Moderate Sarkopenie: Männer $8.51 - 10.75 \text{ kg/m}^2$
Frauen $5.76 - 6.75 \text{ kg/m}^2$
- Ausgeprägte Sarkopenie: Männer $\leq 8.5 \text{ kg/m}^2$
Frauen $\leq 5.75 \text{ kg/m}^2$

■ Geriatrisches Assessment

Grip Strength Dynamometer (Handkraft-Test)

Ambulante Beurteilung

Korrelation mit der Kraftreserve der OE und UE 0.47 - 0.63



Muskelkraft als Indikator für das Auftreten von körperlichen Behinderungen und die Gesamtsterblichkeit

Männer 45 - 68 J mit der geringsten Muskelkraft des Unterarms sind am gefährdetsten, 25 Jahre später an den zu erwartenden muskulären Einschränkungen zu leiden

(Rantanen et al, JAMA 1999;281:558-60)

Abgrenzung der Sarkopenie

Komorbiditäten

- Immobilität
- Sarkopenie
- Kachexie
- Frailty

Kachexie

"Auszehrung"

- Komplexes Stoffwechselsyndrom
 - Unterschiedliche Grunderkrankungen
 - Häufige Assoziation mit chronischer Inflammation, Insulinresistenz, Anorexie, gesteigertem Abbau von Muskelprotein
- ⇒ Die meisten kachektischen Patient/-innen sind auch sarkopenisch
- ⇒ Die meisten sarkopenischen Patient/-innen sind nicht als kachektisch einzustufen

Frailty

Gebrechlichkeit

umschreibt nicht nur die für die Sarkopenie wesentlichen physischen Faktoren, sondern auch psychologische und soziale Dimensionen wie den kognitiven Status und die soziale Unterstützung

- Gewichtsverlust von > 5 kg in 12 Monaten
- Körperliche Schwäche
- Verminderte körperliche Aktivität
- Verlangsamtes Gehen (< 0.8 m/s)
- Physische und psychische Erschöpfung

Problem Sarkopenie in der Geriatrie

Z Gerontol Geriatr Feb 2004;37(1):2-8

Sarcopenia and frailty in geriatric patients: implications for training and prevention

Mühlberg W, Sieber C

Institut für Biomedizin des Alterns der Universität Erlangen-Nürnberg,
Medizinische Klinik 2, Klinikum Nürnberg

Problem Sarkopenie in der Geriatrie

Teufelskreis 1:

Immobilisation

Sarkopenie



Neuromuskuläre
Beeinträchtigung



Stürze → Frakturen



Immobilisation



Sarkopenie

Teufelskreis 2:

Malnutrition

Sarkopenie



Immobilisation



Beeinträchtigung der
Ernährungsgewohnheiten
("leerer Kühlschrank")



Malnutrition



neg. N-Bilanz



Sarkopenie

Teufelskreis 3:

Metabolismus

Sarkopenie



Proteinreserve ↓
(AS-Pool)



Katabolismus



im Falle eines
Mehrbedarfs
(Krankheit, Verletzung)



Sarkopenie

Sarkopenie - Osteoporose

Muskeln und Knochen

Metabolische Korrelation

Paralleler Abbau von Muskel und Knochen

PBM (peak bone mass) mit Abschluss des Längenwachstums

Kräftige Muskeln bedeuten in der Regel auch starke Knochen (und umgekehrt)

⇒ Bedeutung von regelmäßigem körperlichen Training

Sarkopenie und Osteoporose bei Frauen

(Walsh et al, Osteoporosis Int 2006)

Prävalenz der Sarkopenie

- Prämenopausale Frauen: 12.5 %
- Postmenopausale Frauen: 25 %
- Postmenopausale Frauen mit Osteoporose: 50 %

Sarkopenie

Ausmaß des Muskelabbaus abhängig von der

- körperlichen Aktivität (Bewegungsarmut)
- Ernährungssituation (Malnutrition)
- Medikamenteneinnahme (neuromuskuläre Beeinträchtigung)

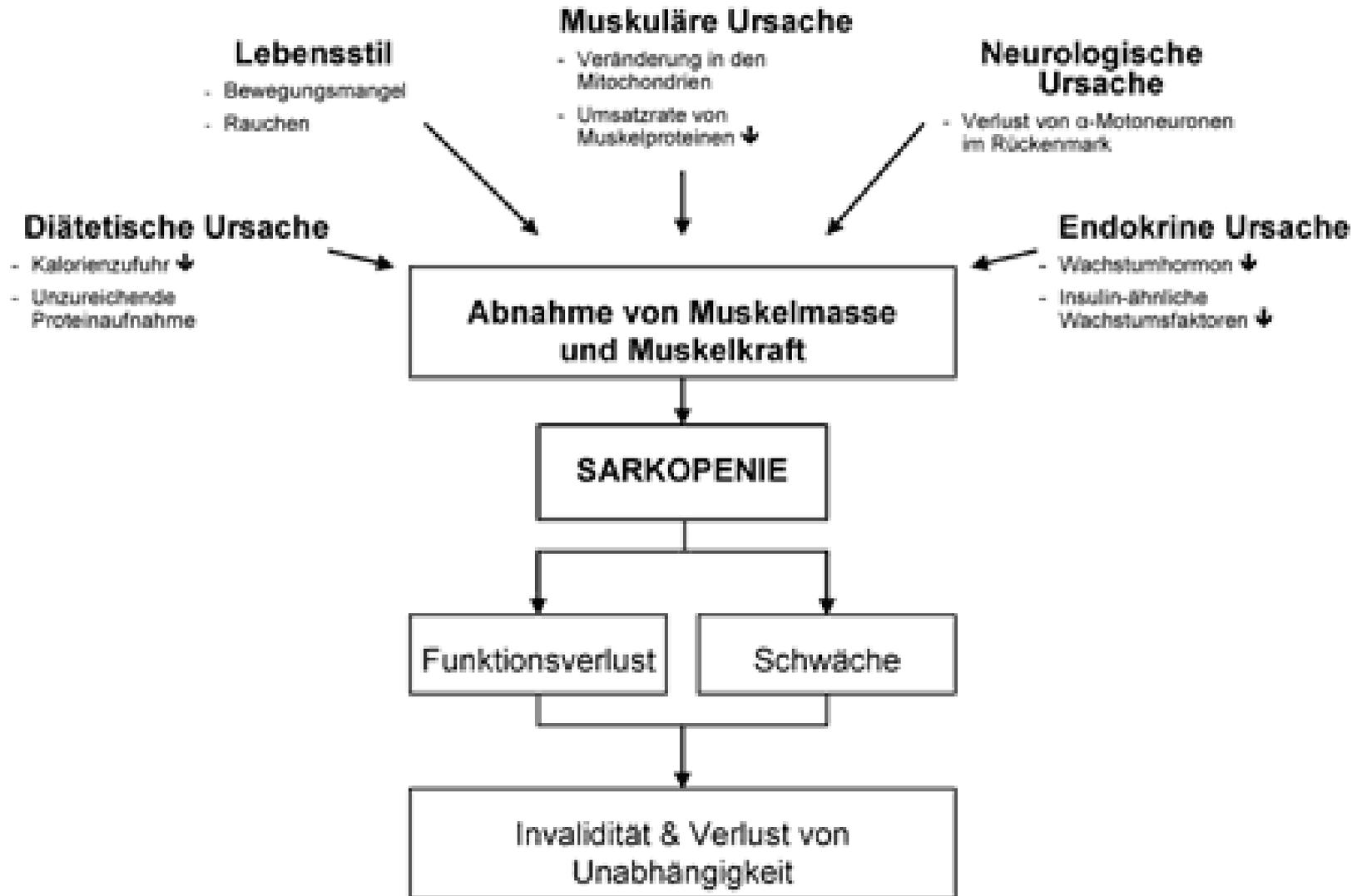
Sarkopenie

Keine klar definierte Ursache

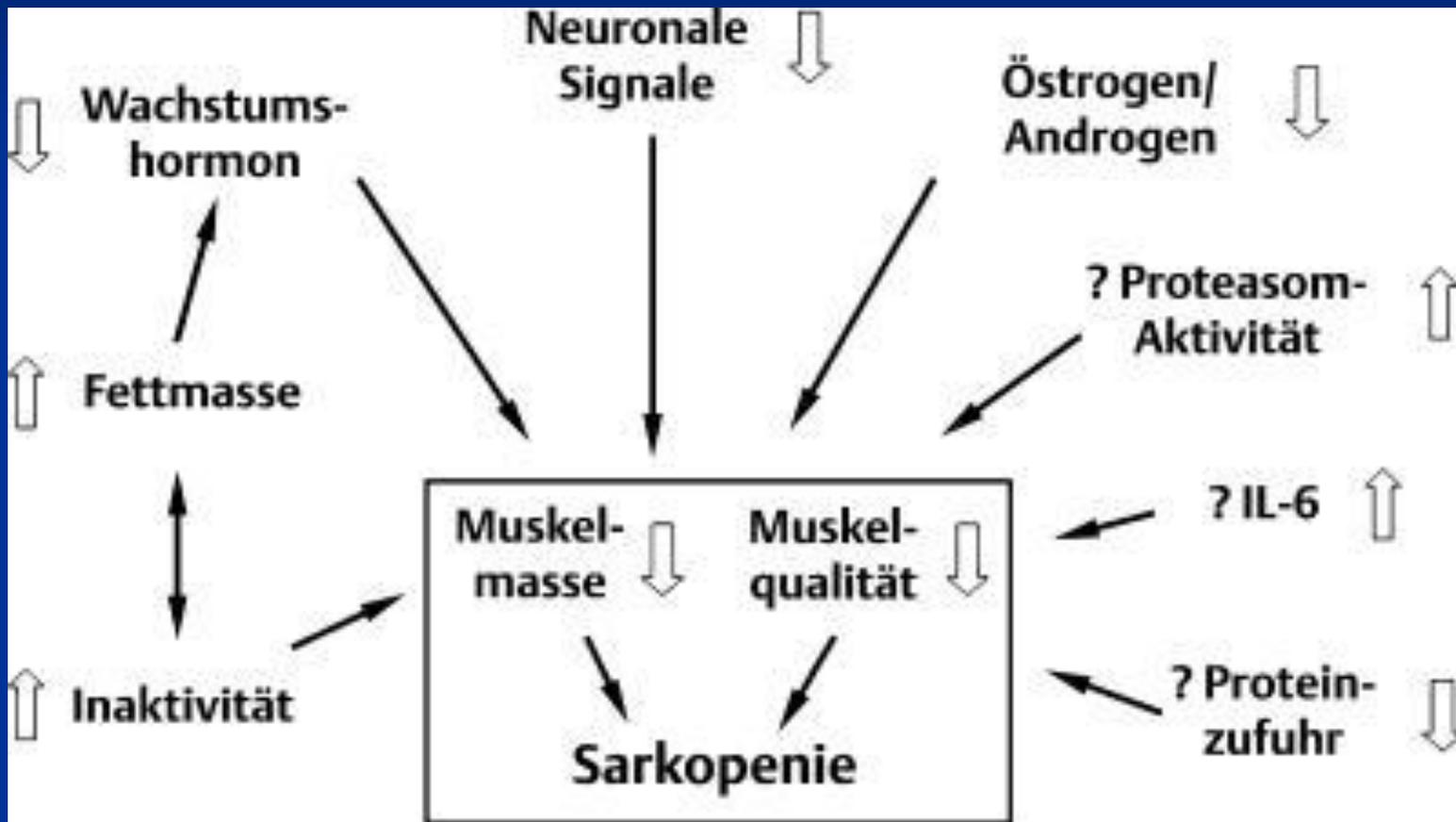
Multifaktorielle Genese

Faktoren: **muskuläre**
diätetische
endokrine
neurologische
Lebensstil

Faktoren, die zum altersbedingten Muskel- und Kraftverlust mit anschließender Invalidität führen



Ursächliche Mechanismen der Sarkopenie



Ursächliche Mechanismen der Sarkopenie

- Abnahme des Wachstumshormons (HGH) und der IGFs
- Androgenmangel (inkl. Testosteron, DHEA)
- Estrogenmangel
- Abnahme der Insulinwirkung
- Verlust von alpha-Motoneuronen im Rückenmark
- Unzureichende Proteinaufnahme (Unzureichende Kalorienzufuhr)
- Abnahme der Umsatzrate von Muskelproteinen
- Dysregulierte katabol wirkende Zytokine (TNF- α , IL-6, IL-1)
- Bewegungsmangel

Ursächliche Mechanismen der Sarkopenie

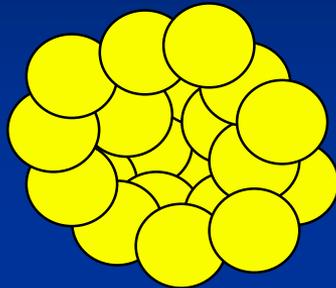
- **Hormonelle:** HGH, IGF-1, Menopause, "Andropause" (PADAM), Stresshormone (Cortisol)
- **Metabolische:** Insulinresistenz, Proteinmangel
- **Neuropathische:** ZNS und peripheres NS
- **Immunologische:** Zytokine ↑ (TNF-alpha, IL-6, IL-1)
- **Genetische:** Vitamin D-Rezeptor-Gen-Polymorphismen
 - FokI-Polymorphismus in der Translations-Initiations-Region des VDR (Genotyp FF)
 - 2.17-fach erhöhtes Risiko für Sarkopenie bei FF-Homozygoten
 - Korrelation mit Knochendichte

Altern und body composition

- **Abnahme der Muskelmasse** → Abnahme v. Kraft u. Koordination
→ Sturzneigung
- **Abnahme der Knochendichte** → Osteoporose
- **Abnahme der Hautelastizität** → Verletzungsrisiko
- **Zunahme der Fettmasse** viszeral u. inter-/intramuskulär
→ Insulinresistenz

Fettzelle = Adipozyt

Metabolische und endokrine Aktivität



Fettsäuren (FFA)

Adipokine: Adiponektin

Leptin

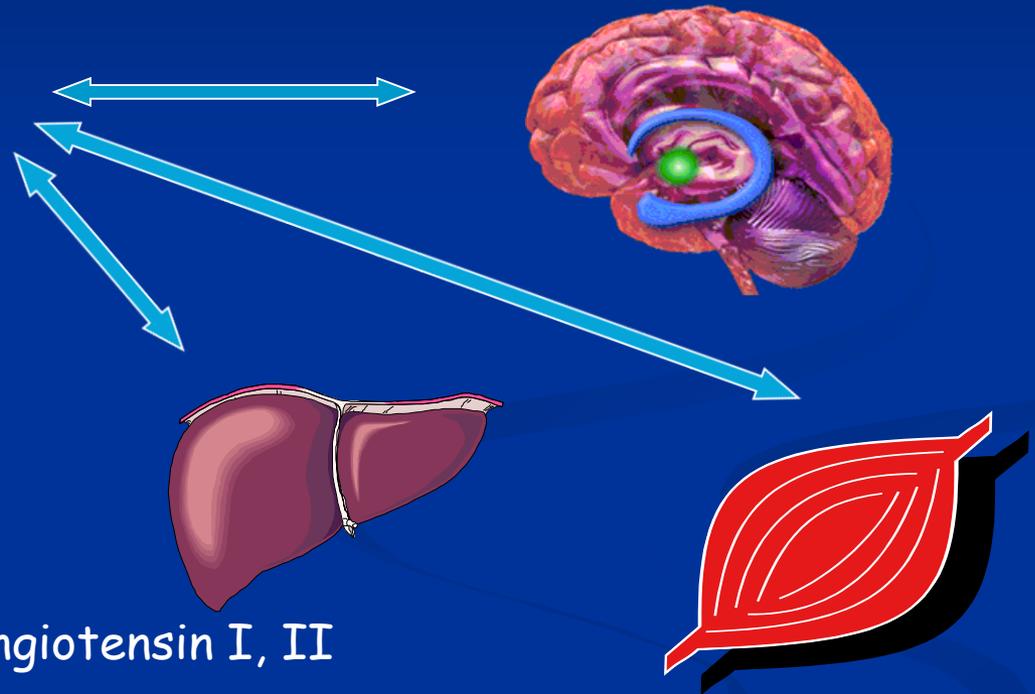
PAI-1

Angiotensinogen, Angiotensin I, II

RBP, CETP, PPAR- γ

IL-6, TNF- α

IGF-1



Dysfunktioneller viszeraler Adipozyt

"sick fat cell"-Modell

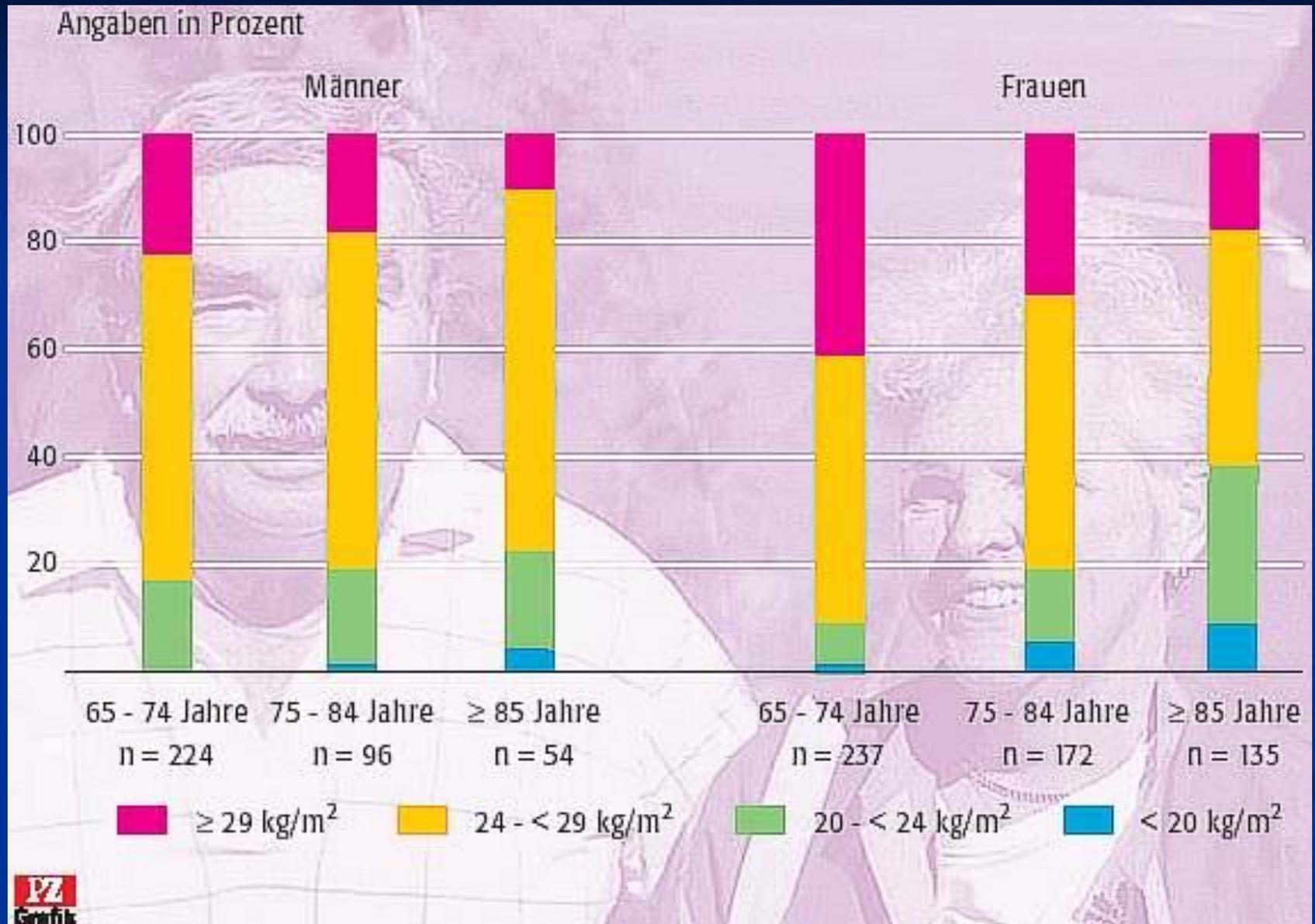
Das Fettgewebe ist ein endokrines Organ und setzt (abgesehen von freien Fettsäuren = FFA) sog. **Adipozytokine** (= **Adipokine**) frei: Adiponektin, Leptin, Angiotensinogen..., IL-6, PAI-1, TNF- α

Das viszerale Fettgewebe besteht im Gegensatz zum subkutanen aus großen, fettüberladenen Adipozyten, die einen veränderten Phänotyp aufweisen. Diese "sick fat cells" sind insulinresistent und setzen deshalb große Mengen an FFA frei.

Weiters wird das stoffwechselfördernde *Adiponektin* vermindert gebildet und dafür umso mehr die ungünstigen Adipozytokine (IL-6, TNF- α , Leptin, Angiotensinogen, PAI-1...).

Da Fett nicht mehr in erforderlichem Ausmaß in diesen Fettzellen gespeichert werden kann, kommt es zur "**Verfettung**" von **Leber, Pankreas und Muskulatur**. In diesen Geweben hat eine übermäßige Fettspeicherung organschädigende Auswirkungen - sog. **Lipotoxizität**.

Der trügerische BMI



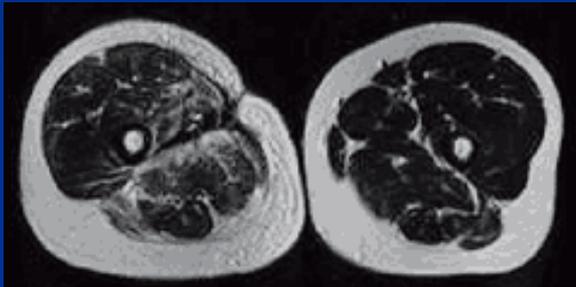
Der trügerische BMI

Änderung der Körperzusammensetzung im Lauf des Lebens

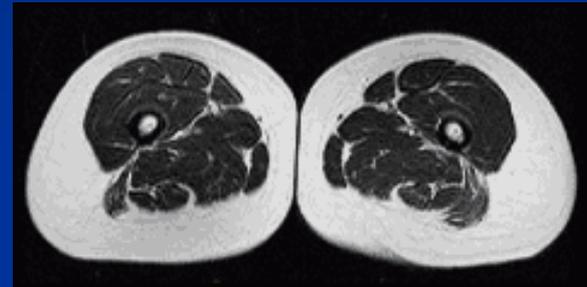
- Abnahme der Muskelmasse
- Zunahme der Fettmasse
 - viszeral
 - intramuskulär
 - intramyozellulär
 - intermyozellulär

MRI der Oberschenkelmuskulatur

(Bilder von Prof. Dr. Chris Boesch, MR-Zentrum, Inselspital Bern, Schweiz)



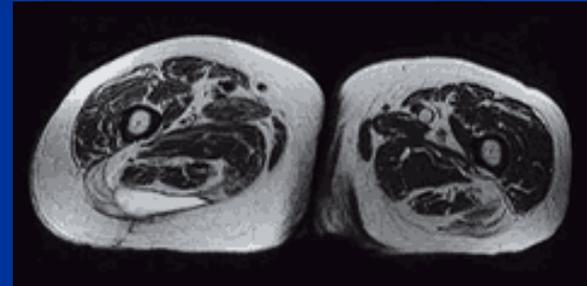
Mann 32 a



Frau 26 a



Mann 81 a



Frau 79 a

Der trügerische BMI

Evaluierung der body composition

Änderung der LBM (lean body mass) im Lauf des Lebens

- Quantitative Reduktion (Muskelmasse)
- Qualitative Veränderung:
 - Zelluläre Bestandteile bei 20- bis 30-jährigen Männern ca. 60 %
bei > 80-jährigen ca. 45 %
- ⇒ absoluter Verlust an Zellmasse noch deutlich größer (weil LBM ↓)
- ⇒ Zunahme des interstitiellen Bindegewebes

Der altersbedingte Muskelmasseverlust

betrifft jeden alternden Menschen

Der Schweregrad der Ausprägung ist abhängig von

- Gesundheitszustand
- körperliche Aktivität
- Ernährung

Der altersbedingte Muskelmasseverlust

Rückgang der anabolen Stimuli

- Nervale Versorgung (Motoneuronen)
- Testosteron
- Estrogene
- Wachstumshormon (HGH)
- Insulin
- Körperliche Aktivität
- Proteinzufuhr

Gleichzeitige Zunahme der katabolen Stimuli

- Katabole Zytokine, z.B. TNF-alpha, IL-6, IL-1
- Cortisol

Entzündungsmarker und Sarkopenie

(Schaap et al, Am J of Medicine 2006)

Daten der Longitudinal Aging Study Amsterdam

986 Teilnehmer

Alter: 74.6 Jahre

Erhöhte CRP- und IL-6-Spiegel korrelieren mit einem 2 - 3-fach erhöhten Risiko, in den nächsten 3 Jahren mehr als 40% der Muskelkraft zu verlieren

Strukturelle Veränderungen bei Sarkopenie

- Reduktion der Typ II-Muskelfasern (ft-Fasern)
- Reduzierte Synthese muskulärer Proteine
 - Kontraktile Proteine (myosin heavy chain) → Kraft ↓
 - Mitochondriale Proteine (Enzyme) → $VO_2\text{max}$ ↓
- Abnahme der Muskeldurchblutung (Kapillarisation ↓)
- Reduktion der "muscle precursor cells"
- Zunahme des inter- und intramuskulären Fettgehalts

Das Problem schwindender Muskelmasse

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*"

Prävention und Therapie der Sarkopenie

- **Bewegung:** Krafttraining
- **Ernährung:** ausreichende Energie-/Proteinzufuhr
- **Medikamente:**
 - HGH
 - Testosteron, (Estrogene)
 - Vitamin D
 - Ghrelin (neue Therapieoption)

Vitamin D

"D-Hormon"

Nicht nur wichtig für den Knochenstoffwechsel,
sondern auch für den Muskelstoffwechsel

Montero-Odasso, Duque:

**Vitamin D in the aging musculoskeletal system:
an authentic strength preventing hormone**

Mol Aspects Med 2005 Jun;26(3):203-19

Aufrechterhaltung der Funktion der Typ II-Fasern

- ⇒ Erhaltung der Muskelkraft
- ⇒ Sturzprophylaxe

Hormonsubstitution bzw. -behandlung

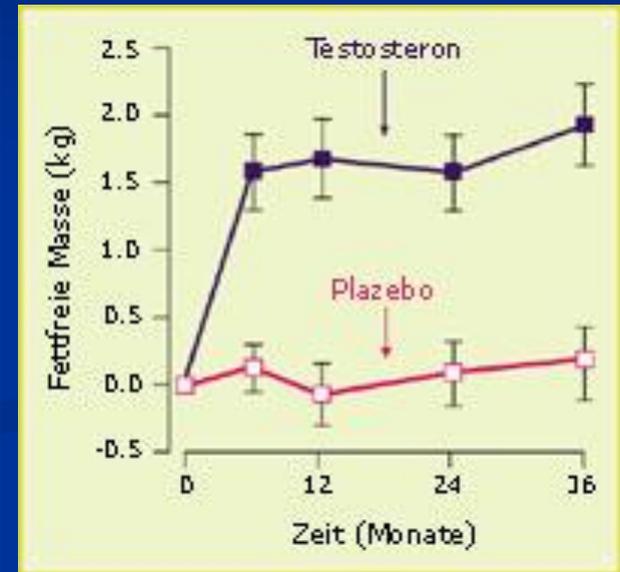
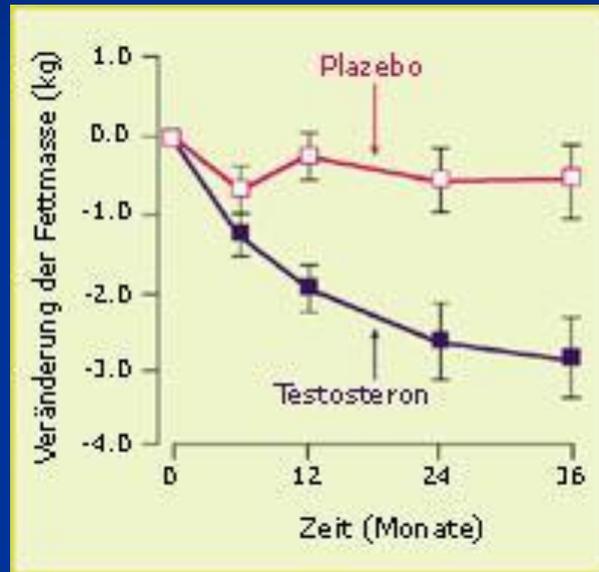
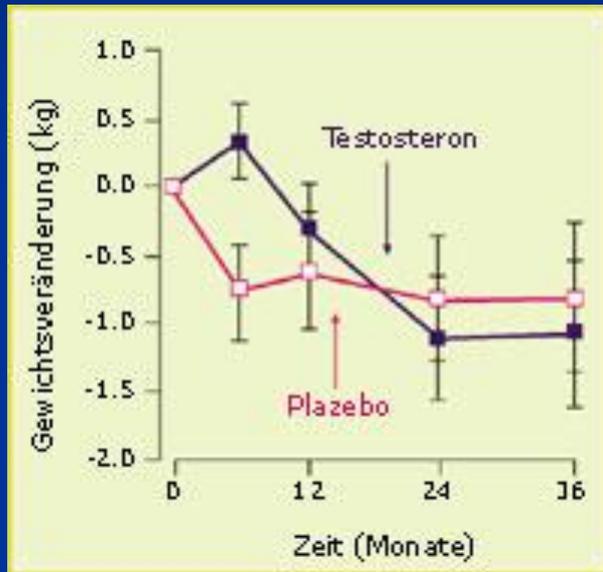
- Testosteron, (DHEA)
- Estradiol
- HGH

Korrelation zwischen Testosteron, LBM und Muskelkraft

Die Gabe anaboler Hormone ist grundsätzlich eine mögliche Therapie bei Sarkopenie

Testosteronbehandlung hypogonadaler Männer > 65 J. (Snyder et al, 1999)

Bestimmung der body composition mittels DEXA



Mäßiggradige Zunahme der Muskelmasse
Verminderung der Fettmasse
Keine signifikante Zunahme der Muskelkraft

⇒ Die Funktionalität der Muskulatur muss durch Training erarbeitet werden !

Therapie mit Testosteron und HGH

- **HRT mit Testosteron**

Zunahme der Muskelmasse

Zunahme der Muskelkraft möglich (abhängig von der Dosis
und der körperlichen Aktivität)

- **Therapie mit HGH**

Optimierung der Muskel-Fett-Relation

Keine Zunahme der Muskelkraft (ohne Krafttraining)

HGH → Steigerung der Genexpression von IGF-1

HGH + Krafttraining → Steigerung der Genexpression von MGF

- **Therapie mit Testosteron und HGH**

Günstigere Ergebnisse

- **Einsatz von GHRH** zur Stimulation der Achse HGH/IGF-1

Estrogensubstitution und Sarkopenie

(Kenny et al, JAGS 2005)

- 167 Frauen > 65 Jahre
- Sarkopenieprävalenz 13 %
- Therapie:
 - Placebo vs 0.25mg Estradiol (komb. mit 100mg Progesteron)
 - 1300mg Kalzium + 1000 IE Vitamin D/Tag
- Beobachtungsdauer 3 Jahre
- Ergebnis:
Kein Unterschied in LBM, Körperfettanteil u. Skelettmuskelmasse

Anmerkung: 0.25mg E₂ ist eine sehr niedrige Dosis

Prävention und Therapie der Sarkopenie

Die einfachste und zugleich effektivste Maßnahme,
einer Sarkopenie entgegenzuwirken,
ist **körperliches Training**

Damit lassen sich bereits eingetretene
Verluste an Muskelmasse rückgängig machen
und eine altersbezogen günstige Fett-Muskel-Relation
wiederherstellen

**Training = regelmäßige körperliche Belastung, die in der Lage ist,
organische Wachstumsprozesse auszulösen**

Körperliches Training und Apoptose

Training zur Prävention der muskulären Apoptose

Der Einfluss von Alter und Training auf die Apoptose im Skelettmuskel (Skeletal Muscle Apoptosis in Aging and Exercise)

Dirks AJ, Leeuwenburgh C

Dt. Zeitschrift für Sportmedizin 2005, Jg. 56, Nr. 3

Reduktion der muskulären Apoptose durch Krafttraining: noch keine "harten" Daten

Ausdauertraining und Apoptose: besser untersucht

- Erhöhung der Bcl-2/Bax-Relation
- Verminderung der Apaf-1-Expression im M. soleus
- Expression von HSP 70 (Heat Shock Protein)
antiapoptotische Wirkung: Antagonist des AIF
verhindert Formation des Apoptosoms

Das metabolische Problem schwindender Muskelmasse

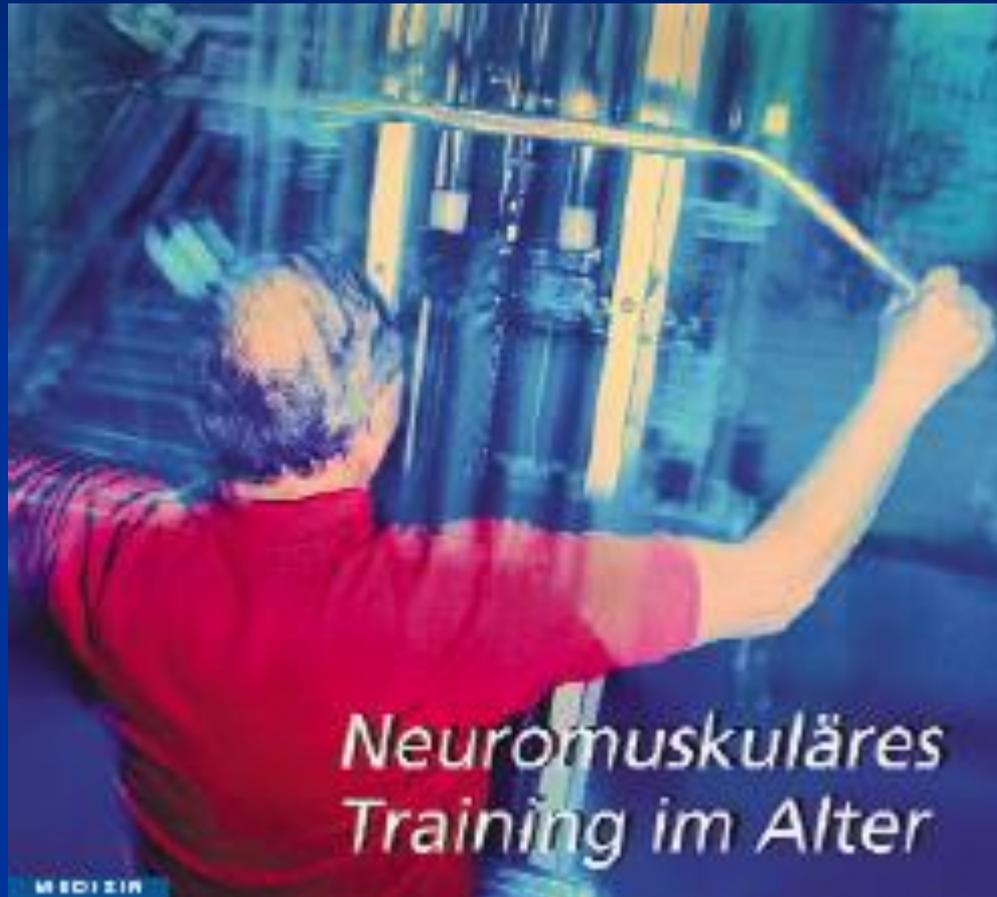
Die Muskulatur ist das größte Organ, das
Glukose aufnimmt

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



Neuromuskuläres
Training im Alter

MEDIZIN



Quelle: www.physio-plus.net



Quelle: dornbirn.kneippbund.at

Krafttraining

Effektivste Maßnahme
in der Prävention und Therapie der
Sarkopenie

Training der motorischen Grundeigenschaften

Kraft und **Koordination**

⇒ Verringerung des Sturzrisikos

Krafttraining

Effektivste Maßnahme
in der Prävention und Therapie der Sarkopenie

- Steigerung der Aktivität der motorischen Einheiten
- Verbesserung der elektromechanischen Kopplung
Verbesserung der IK (intramuskuläre Koordination)
- Gesteigerte Synthese der kontraktilen Proteine (Filamente)
- Verbesserung des Kalzium-Haushalts
- Verminderung des oxidativen Stresses

Kraft

Kraft ist die Fähigkeit des Muskels,
Spannung zu entwickeln

Kraft ist die Fähigkeit des Nerv-Muskelsystems

- Widerstände zu überwinden = **konzentrische Arbeit**
- ihnen entgegenzuwirken = **exzentrische Arbeit**
- sie zu halten = **statische Arbeit**

Bei der Muskelkontraktion wird die Ausgangslänge der Muskelfasern verkürzt, verlängert oder beibehalten.

Formen der Kraft und Kontraktion

- **Isometrische** (statische) Kraft bzw. Kontraktion
 - Haltekraft/Haltekontraktion
 - Spannung bei gleichbleibender Muskellänge
- **Isotonische** (dynamische) Kraft bzw. Kontraktion
 - **konzentrisch** ("überwindend")
 - positiv-dynamisch
 - Spannung bei Verkürzung des Muskels
 - **exzentrisch** ("nachgebend", "bremsend")
 - negativ-dynamisch
 - Spannung bei Verlängerung/Dehnung des Muskels

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 (früher: nach % der Maximalkraft)

- **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)

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

siehe [Funktionelles Krafttraining](#)

Krafttraining mit freiem Widerstand versus Maschinen

Maschinen

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

Freier Widerstand (Langhantel, Kurzhantel)

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

Vibrationstraining als Alternative

Ursprünglich zur Behandlung von russischen Kosmonauten entwickelt, um Muskel- und Knochenschwund aufgrund der Schwerelosigkeit bei längeren Aufenthalten im Weltraum entgegenzuwirken.

Wirkungsweise:

Die zu behandelnde Person steht auf einer vibrierenden Platte, die in einem Frequenzbereich von ca. 5Hz bis 30Hz (bis zu 60 Hz je nach mechanischem Prinzip des Trainingsgerätes) vibriert.

Einleitung mechanischer, sinusförmiger und multidimensionaler Vibrationen in den Körper

Vibrationstraining als Alternative

Durch Vibrationen oberhalb einer Frequenz von ca. **12Hz** wird dabei der sog. **Dehnreflex** ausgelöst und somit **Muskelkontraktionen** hervorgerufen.

Die reflexbedingten Muskelkontraktionen trainieren die Leistungsfähigkeit der Muskulatur (hauptsächlich Typ II-Fasern = FT-Fasern = "schnelle Muskelfasern")

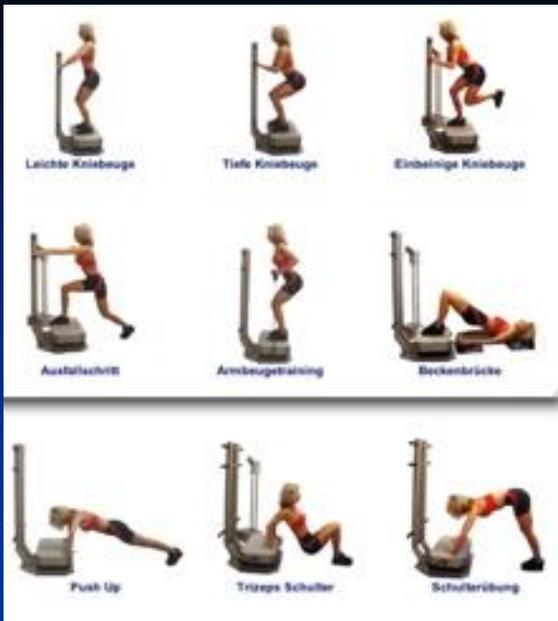
Untrainierte profitieren i.d.R. mehr als Trainierte

Bei geeigneter Anwendung kann durch Aufbau der Muskulatur indirekt einem Knochenabbau entgegenwirkt werden (Osteoporosetraining)

Vibrationstraining

Effekte auf verschiedene physiologische Systeme

- neuromuskuläres System
- bindegewebiges System
- vaskuläres System
- hormonelles System



Vibrationstraining

Wissenschaftliche Literatur

Biomechanische und physiologische Effekte mechanischer Schwingungsreize beim Menschen

Haas, Schmidtbleicher et al, Dt. Zeitschrift für Sportmedizin 2004,55/2:34-43

Vibrationstraining und Gelenkstabilität: EMG-Untersuchungen zur Wirkung von Vibrationsfrequenz und Körperhaltung auf Muskelaktivierung und -koaktivierung

Berschin, Sommer, Dt. Zeitschrift für Sportmedizin 2004,55/6:152-156

Effect of 6-Month Whole Body Vibration Training on Hip Density, Muscle Strength, and Postural Control in Postmenopausal Women: A Randomized Controlled Pilot Study

Verschueren et al, Journal of Bone and Mineral Research 2004, Vol 19,3:352-359

The feasibility of whole body vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled trial

Bautmans et al, BMC Geriatrics 2005,5:17

Effects of whole body vibration training on postural control in older individuals: A 1 year randomized controlled trial

Bogaerts et al, Gait & Posture 2006,26:309-316

Vibrationstraining in der Rehabilitation von Gang- und Gleichgewichtsstörungen

Haas et al, focus neurogeriatrie 2007,3:18-19

Körperliche Aktivität - Training

“Bewegung”

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”

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

“Bewegung”

- Gesundheitsfaktor
- Fitnessfaktor
- Spaßfaktor