



Alterungsprozess – und seine Konsequenzen



SMS



Skelett: wird bewegt

optisches System
vestibuläres System

Motivation / Idee / Planung

Empfind/Wahrnehmung

Antizipation/feedforward

Motorprogramm

Gedächtnis
gelernt??

aufsteigende
(afferente)
Informations-
wege
zum ZNS

strukturell angelegt und
!! bewegungsspezifische !!
spinale – supraspinale (HS)
Verknüpfungen

absteigende
(efferente)
Informationswege
zu den Muskeln
inklusive: Atmung
via vegetativem NS
Herz (HPV) / Kreislauf
Energieaustausch

Pools motorische Einheiten

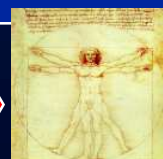
Mechano-/Chemosensoren

Haut – Muskeln – Gelenkkapseln – Bänder

Wechselbeziehung
SMS – Bdgw/Skelett



* Mass ist Winter entnommen.



optisches System
vestibuläres System



Motivation/Aufmerksamkeit/Idee/Plannung

Empfindung / Wahrnehmung

Gedächtnis:
Bewegung ...?

supraspinale Strukturen der Schmerzverarbeitung

kognitiv / sensorisch-diskriminativ / motorisch / affektiv-emotional / hemmend

parietaler u. präfrontaler Cortex

supplementärmotorischer Cortex

SI, SII, MI

Basalganglien

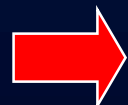
Thalamus, Kleinhirn

Inselcortex, vorderer cingulärer Cortex

zentrales Höhlengrau

Mechano-/Chemo-/Nozisenoren

Haut – Muskeln – Gelenkkapseln – Bänder



Belastung

Adaptation

physische Belastung
vgl. Merkmale der Belastung

Beanspruchung
= biologisches Äquivalent
der physischen Belastung

Ermüdung: reversibler Fkt.-Verlust

**E
R
H
O
L
U
N
G**

Adaptationen

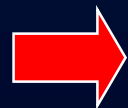
anabole strukturelle Prozesse
funktionelle Verbesserung

Vermittler: anabole Hormone

Restitution / Reparation

Ausgleich von
Verbrauch/Verlusten/Schäden

Vermittler: anabole Hormone



Alterungsprozess

physische Aktivität prägt
in allen Altersbereichen!!!

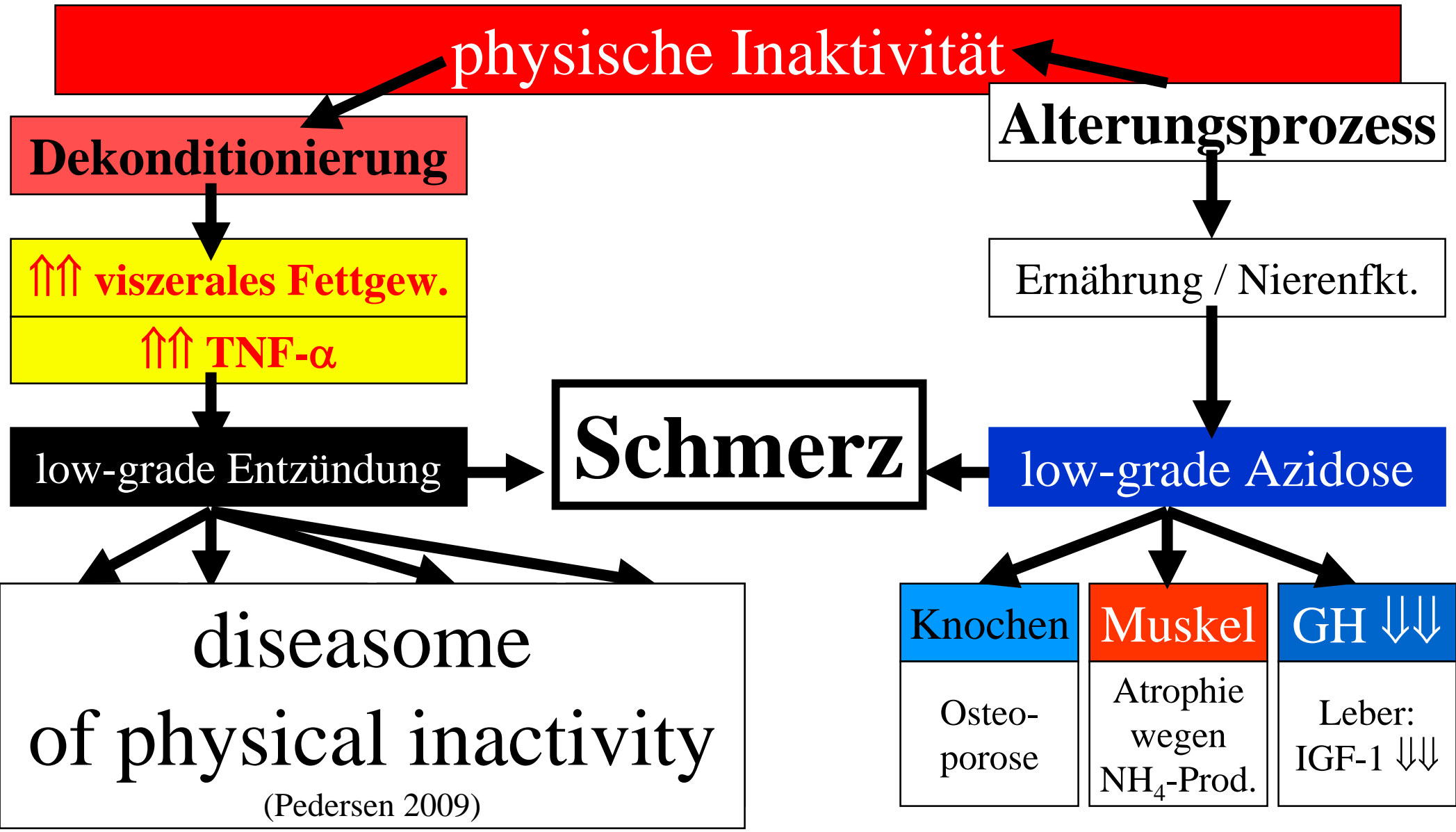
das Verhältnis zwischen

anabolen

und

katabolen Prozessen





Altern

PROZESS

Alter

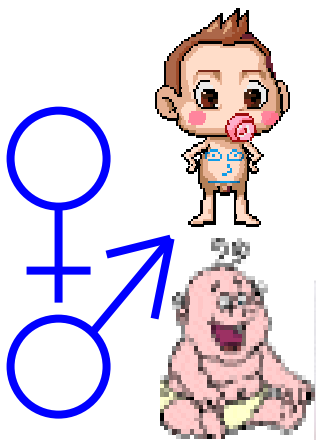


physiologischer
Prozess!!!



ZEIT

siehe Charles Darwin!!!



Augen:

Kontrast ↓, Raum ↓

Gleichgewichtsorgan:

Empfindlichkeit ↓

Zentralnervensystem

Vernetzung ↓ ↓; Neuronenverluste

Interaktionen / Verarbeitung ↓ ↓

integrative Funktion ↓ ↓

Veränd Wertigkeit: opt-vest-prop

afferente Bahnen

Lichtung Interneuronennetz

Vernetzung ↓

sensible Neurone ↓

Leitungsgeschwindigkeiten ↓

bewegungsspezifisch!!!!

selbstorganisierte

spinale ↓ ↓ ↓ - supraspinale ↓ ↓ ↓

Strukturen

efferente Bahnen

Lichtung Interneuronennetz

Vernetzung ↓

Motoneurone und ME ↓ ↓ ↓

Leitungsgeschwindigkeiten ↓

Sarkopenie: ME ↓ ↓ ↓ MF ↓ Kontraktilität ↓ Bdgw ↑ Fett ↑

Mechanosensoren (Haut/Muskel):

bes. RA Anzahl ↓ ↓, dyn. Empfindlichkeit ↓ ↓

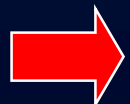


Struktur/Funktion SMS und Alter

die strukturellen und funktionellen

Voraussetzungen der Körperfunktionen fallen !!

1. **Koordination** (ZNS: Vernetzung, Nervenzellen)
2. **Ausdauer** (Logistik + Muskel)
3. **Kraft** (ZNS und Muskel = Sarkopenie)
4. **neuro-vegetative und hormonelle Regulation**
5. **Festigkeit und Belastbarkeit von Kapseln-Bänder-Sehnen-Knochen**



Altern: ist keine „Dekonditionierung“

Augen:
Kontrast ↓, Raum ↓

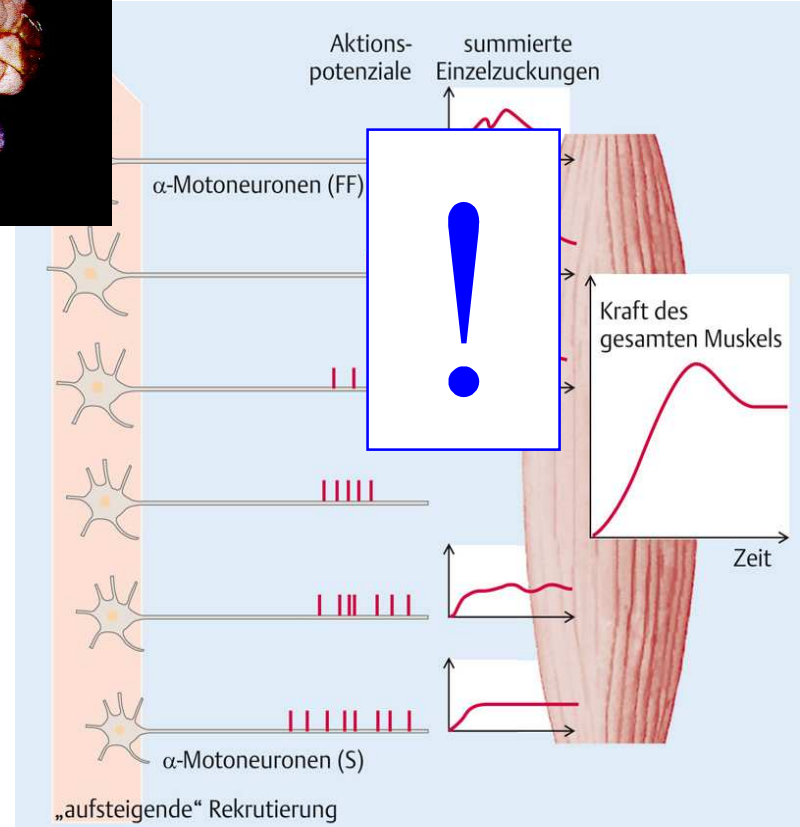
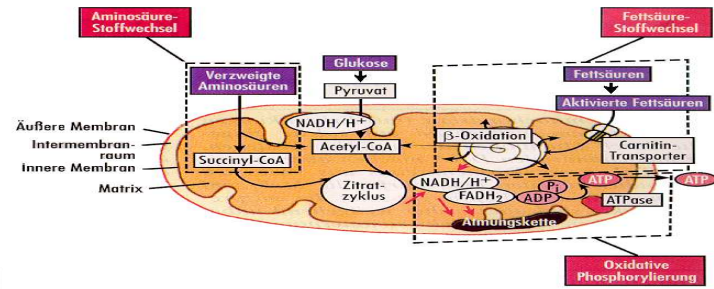
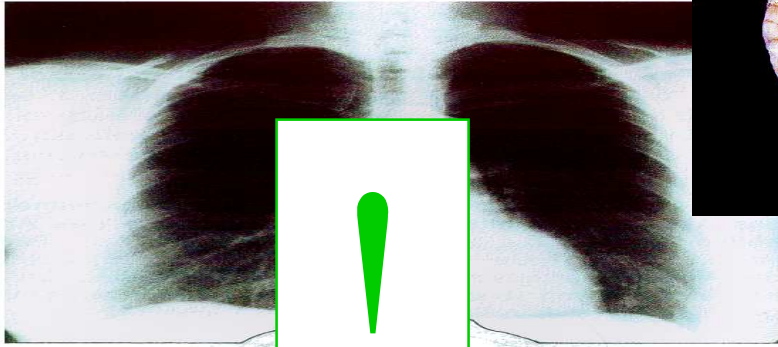
Zentralnervensystem

jedes Alter hat
seine Physiologie
der Leistungsfähigkeit
Voraussetzung: Aktivität!!!!

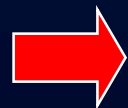
Mechanosensoren (Haut und Muskel):
bes. RA Anzahl ↓, dyn. Empfindlichkeit ↓



Schwerpunkte: Prävention



Georg Thieme Verlag, Stuttgart · New York
Wolfgang Laube: Sensomotorisches System · 2009

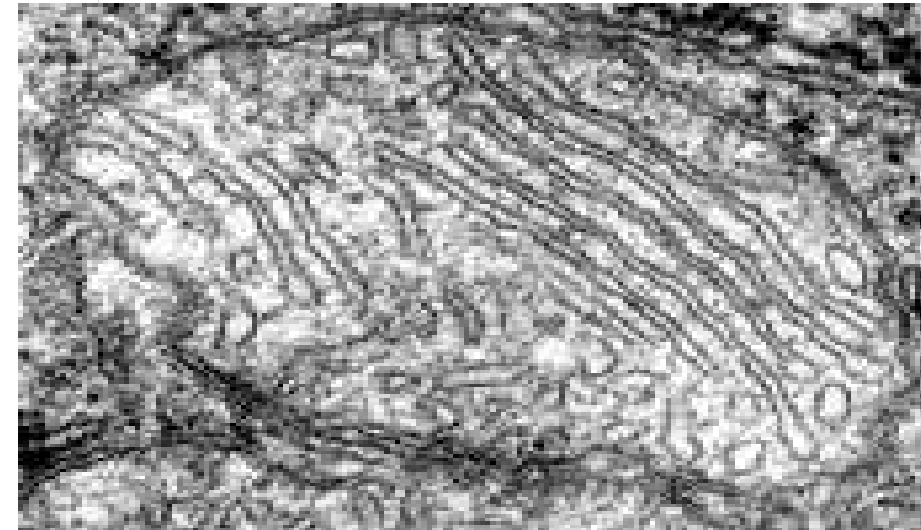
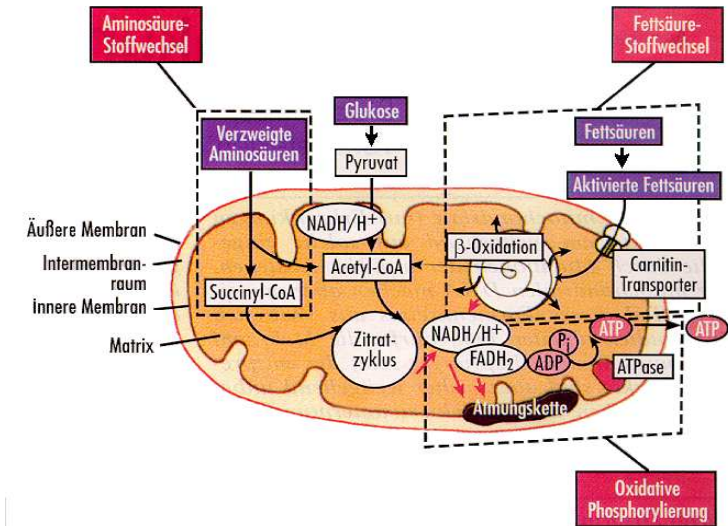


Muskel: Mitochondrien

= Alter und Apoptose

Zellen verlieren
energetische Basis
der Existenz

= Hauptzentrum der
Apoptose-
regulation: Mito's



Muskel: Mitochondrien

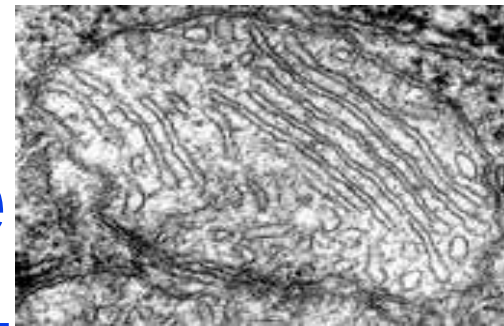
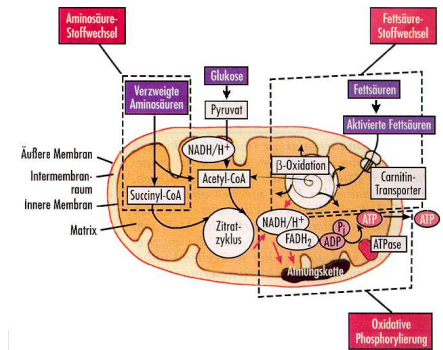
= belastungsbedingte Apoptose:

regulativer Prozess

zum Abbau geschädigter
Zellen/Fasern

ohne Entzündungsprozesse

= Sicherung optimale Funktion



Phaneuf, S., Leeuwenburgh, C.: Apoptosis and exercise. Med Sci Sports Exerc 33 (2001) 393 - 430



ZNS: Nervenzellen

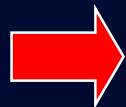
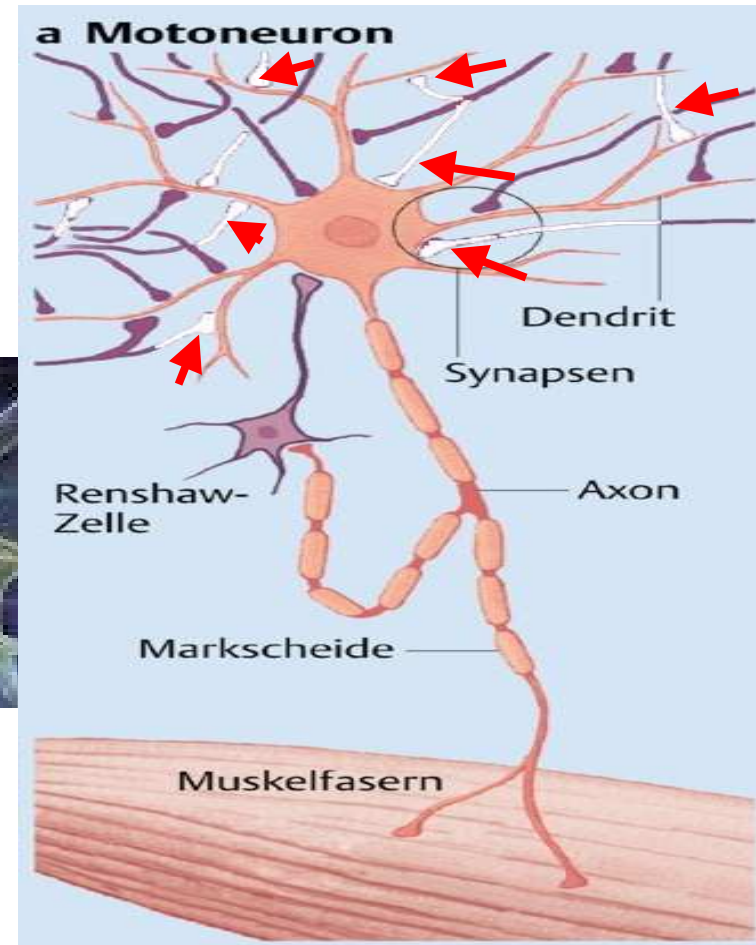
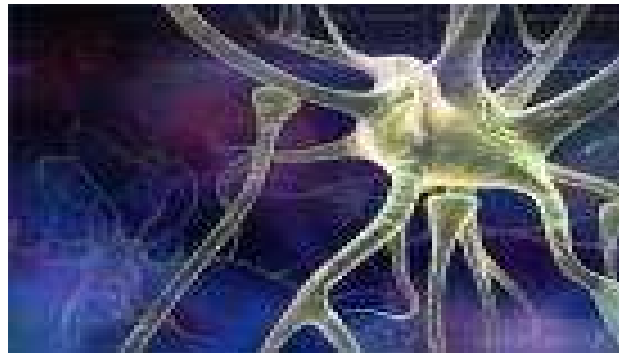
in Rückenmark und Gehirn

Anzahl (regional)

sinkt bis zu 30 % - 50 %

Vernetzung

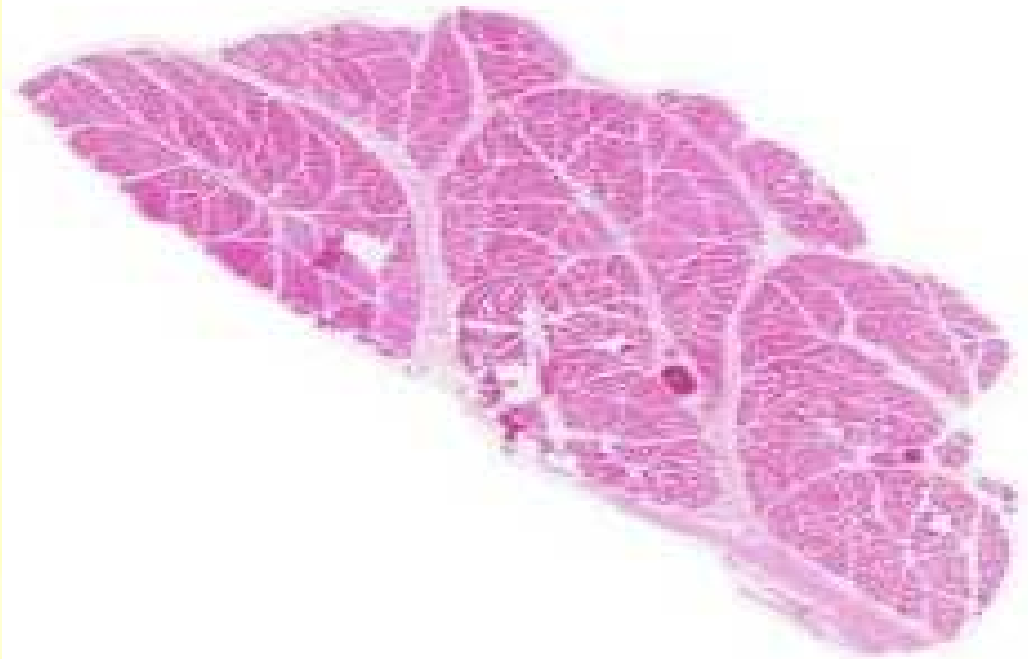
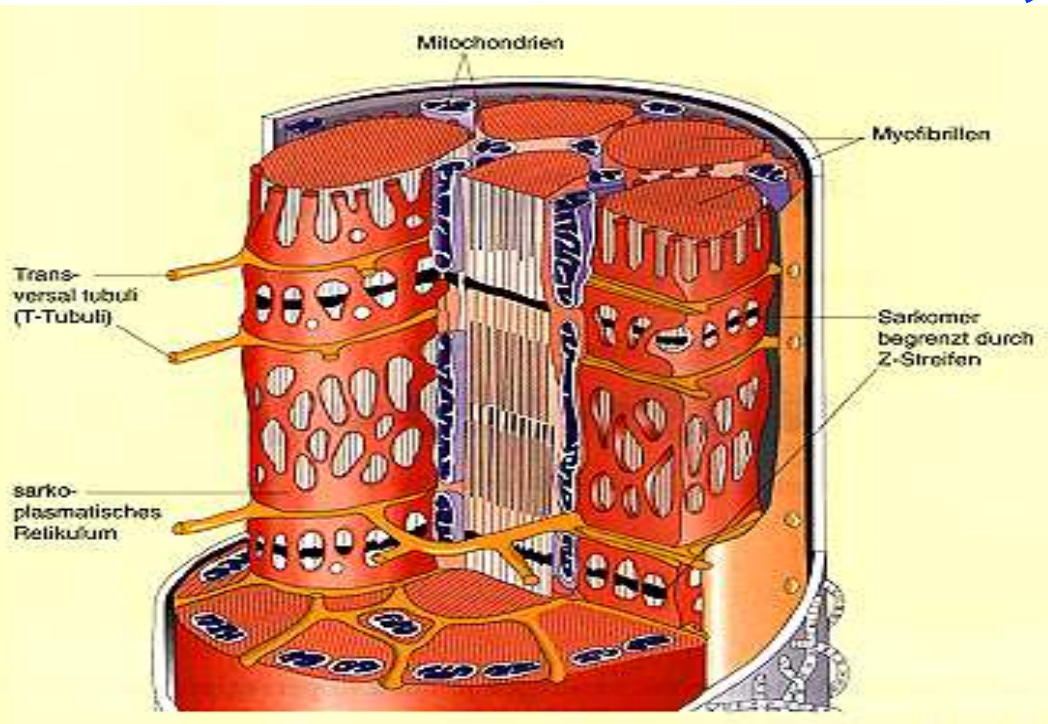
wird systematisch reduziert



Skelettmuskel

Sarkopenie:

Muskelfasern ↓; Bdgw. ↑; Fett ↑



Ausdauer:

- Logistiksysteme
- Strukturen aerober Energiestoffwechsel (Antiapoptose !)

Kraft:

- sensomotor. Koord.
- Strukturen der Kraftgeneration (Antisarkopenie !)

SM-Koordination / Kognition
Struktur und integrale Funktion des ZNS



Ausdauertraining im Alter



LZA II: Ausdauer 35 – 60 Minuten



Ausdauertraining im Alter

Anstieg VO_2max .

- bei jungen Menschen nur durch Ausdauertraining*

- bei alten Menschen

durch Ausdauer** und auch

durch Krafttraining***

*HICKSON, R. C., M. A. ROSENKOETTER, and M. M. BROWN. Strength training effects on aerobic power and short-term endurance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 12:336–339, 1980.

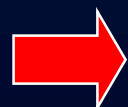
**HURLEY, B. F., D. R. SEALS, A. A. EHSANI, et al. Effects of high intensity strength training on cardiovascular function. *Med. Sci. Sports Exerc.* 16:483–488, 1984.

***MAKRIDES, L., J. F. HEIGENHAUSER, and N. L. JONES. High-intensity endurance training in 20- to 30- and 60- to 70-yr-old healthy men. *J. Appl. Physiol.* 69:1792–1798, 1990

***FRONTERA, W. R., C. N. MEREDITH, K. P. O'REILLY, and W. J. EVANS. Strength training and determinants of VO_2max in older men. *J. Appl. Physiol.* 68:329–333, 1990.

***HEPPLE, R. T., S. L. M. MACKINNON, S. G. THOMAS, J. M. GOODMAN, and M. J. PLYLEY. Quantitating the capillary supply and the response to resistance training in older men.

Pflugers Arch. 433: 238–244, 1997.



Ausdauertraining im Alter

Gruppe 68 Jahre; Biopsie M. vast. lat.; 18 Wochen Training

nur Ausdauertraining erhöht die

- Kapillardichte

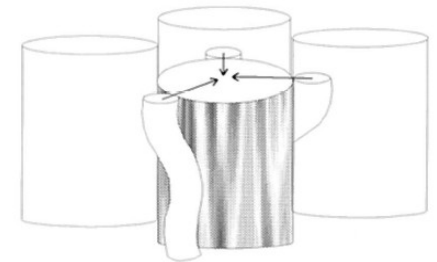
bestimmt Diffusionsweg!!

Ausdauer- und Krafttraining erhöht das

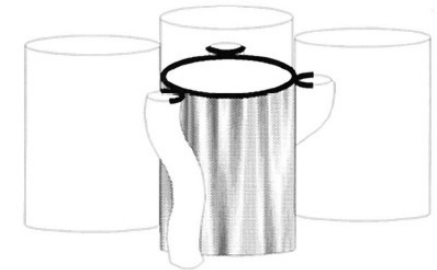
- Kapillar- Muskelfaser-Interface

strukturelle Kapazität für den O₂-Fluss

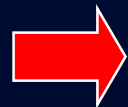
Diffusion Distance



Capillary-to-fiber Interface



HEPPLER, R. T., S. L. M. MACKINNON, J. M. GOODMAN, S. G. THOMAS, and M. J. PLYLEY. Resistance and aerobic training in older men: effects on VO₂peak and the capillary supply to skeletal muscle. *J. Appl. Physiol.* 82:1305–1310, 1997.



Gehirn und Ausdauer

Induktion

Swain et al. 2003¹⁹⁸⁸

- induziert die Angiogenese spezifisch im motor cortex

hat gegenüber Lern- und Krafttraining keinen

Einfluss!!!! auf die - Synaptogenese und

Kleim et al. 2002¹⁹⁸⁹

- motorische Repräsentation

= Homunkulus bleibt unverändert

aber:

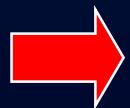
- Stimulation von Neurotropinen (u.a. BDNF)
= Lebensfähigkeit und Differenzierung der Neurone



Koordinationstraining im Alter



viele Wiederholungen – beachte Ermüdung

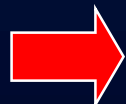


Gehirn und Lernen

Induktion Neu- und Umstrukturierung!!!

- synaptischer Funktionsänderungen (LTP, LTD)
- der Synaptogenese
- spezifisch Erhöhung der cortikalen Erregbarkeit
- bewegungsspezifische Reorganisation der Repräsentation des Motorcortex -

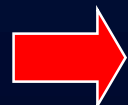
Homunkulus ändert sich!!!!: damit auch das Bewegungsgedächtnis realisiert



Krafttraining im Alter



Schnellkraft / Maximalkraft



Wirkung Krafttraining (24 Wo.)

klinisch gesunde Probanden

Männer: Alter : 42 ± 2 Jahre (M40)

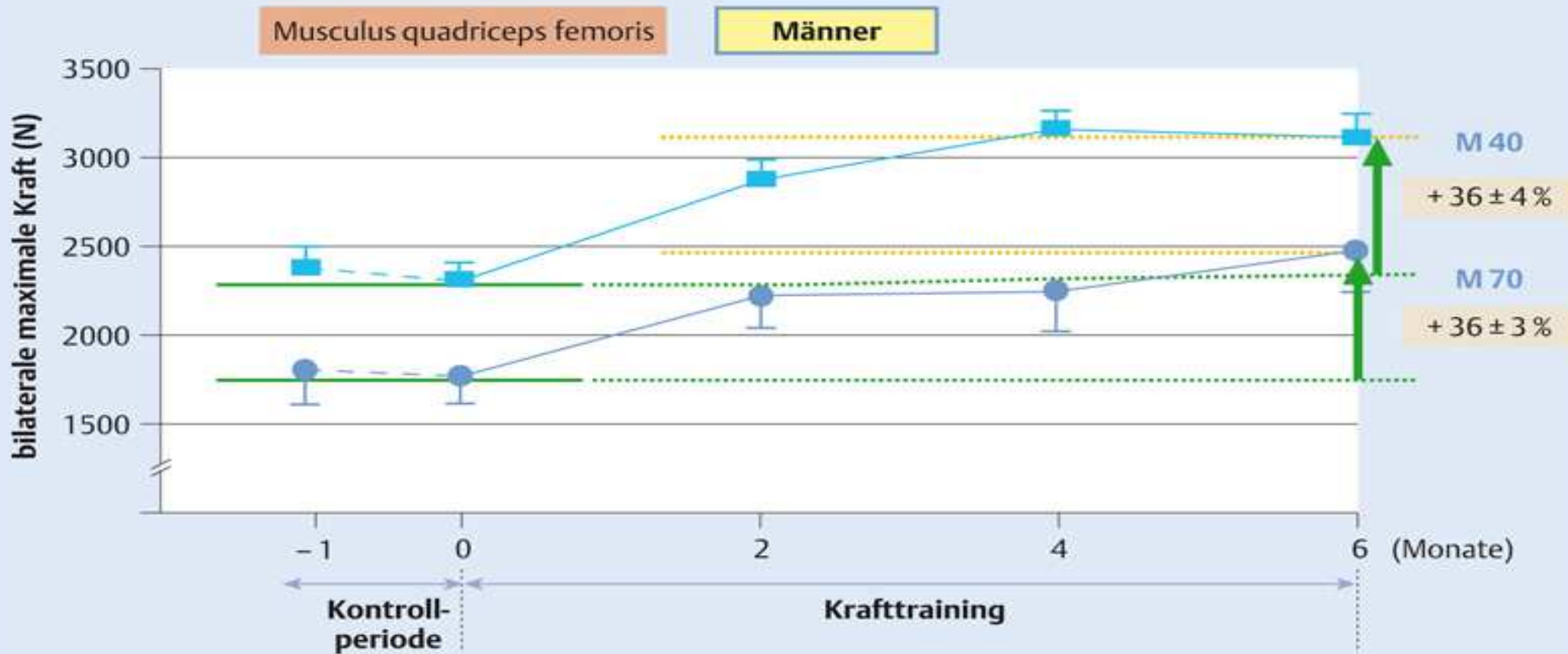
Alter : 72 ± 3 Jahre (M70)


Frauen: Alter : 39 ± 3 Jahre (W40)

Alter : 67 ± 3 Jahre (W70)

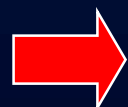


Kraft und Trainingsbedarf

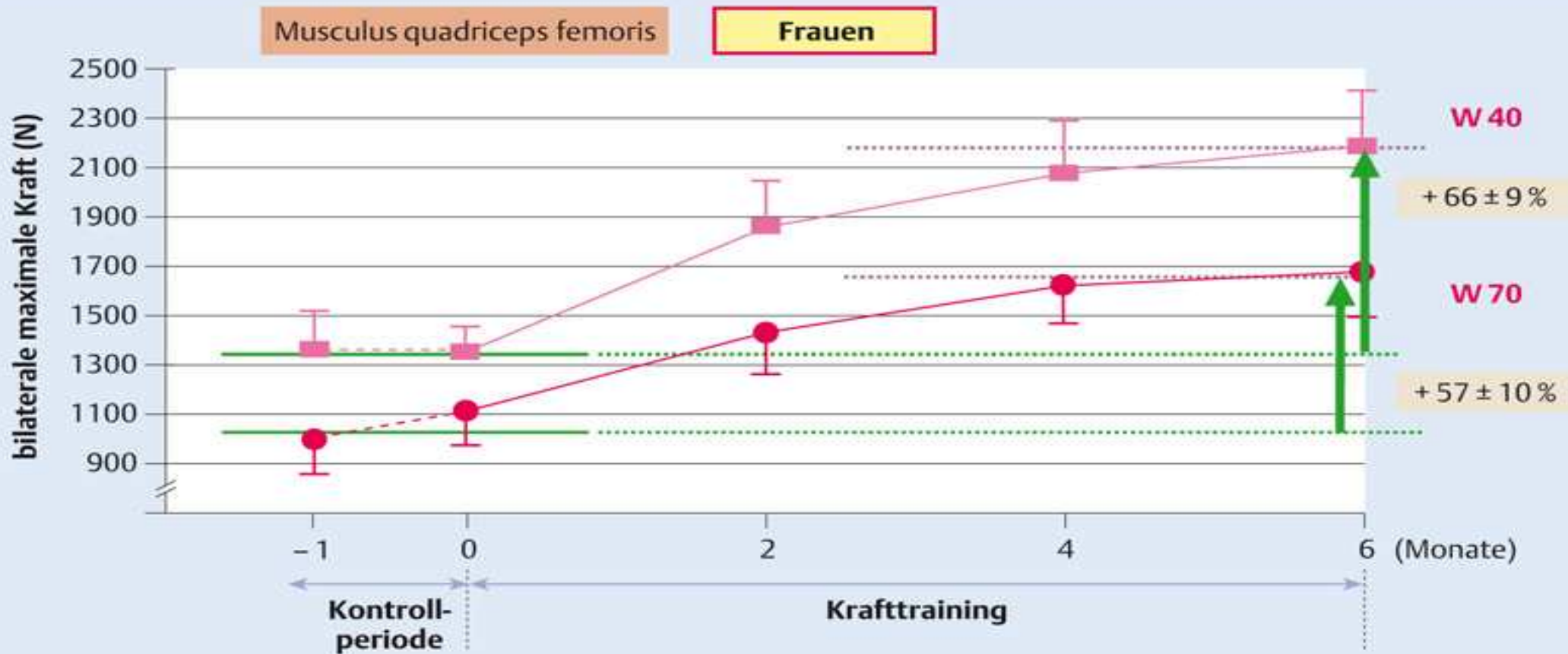



 Georg Thieme Verlag, Stuttgart · New York
Wolfgang Laube: Sensomotorisches System · 2009

Dr. med. sc. (habil.) Wolfgang Laube
Facharzt für Sportmedizin / Physiologie / Physikal. & Rehab. Med.;
Medizinische Informatik – Qualitätsmanagement – Manuelle Medizin

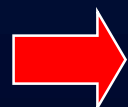


Kraft und Trainingsbedarf

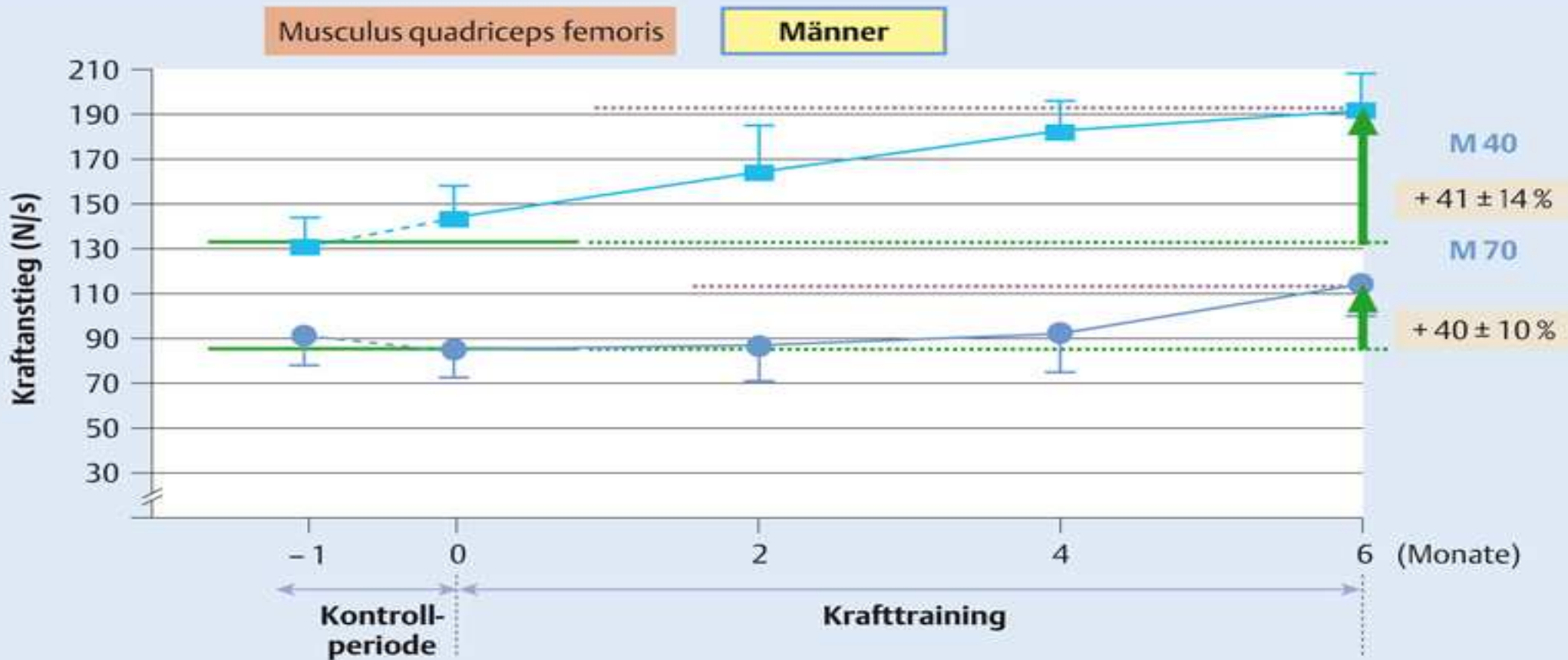


 Georg Thieme Verlag, Stuttgart · New York
Wolfgang Laube: Sensomotorisches System · 2009

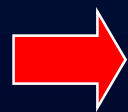
Dr. med. sc. (habil.) Wolfgang Laube
Facharzt für Sportmedizin / Physiologie / Physikal. & Rehab. Med.;
Medizinische Informatik – Qualitätsmanagement – Manuelle Medizin



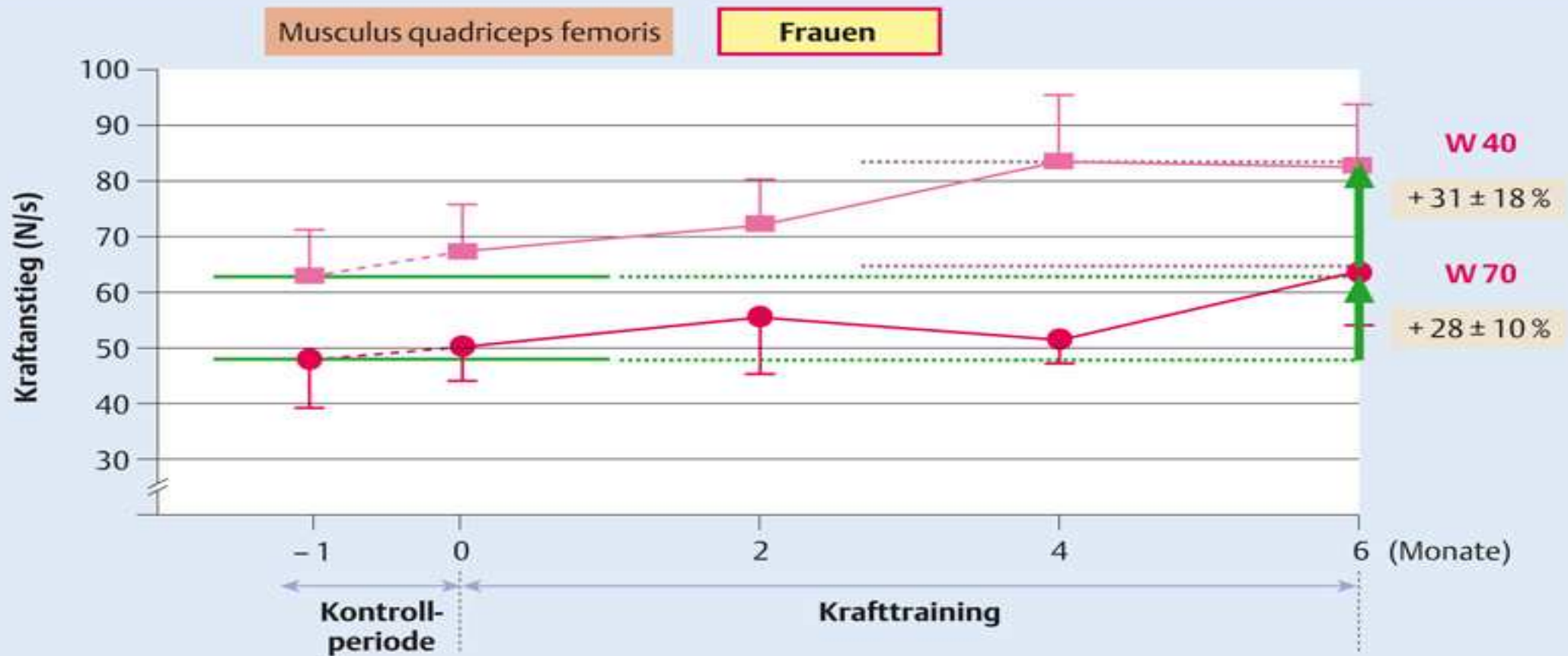
Kraft und Trainingsbedarf




Georg Thieme Verlag, Stuttgart · New York
Wolfgang Laube: Sensomotorisches System · 2009

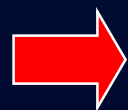


Kraft und Trainingsbedarf



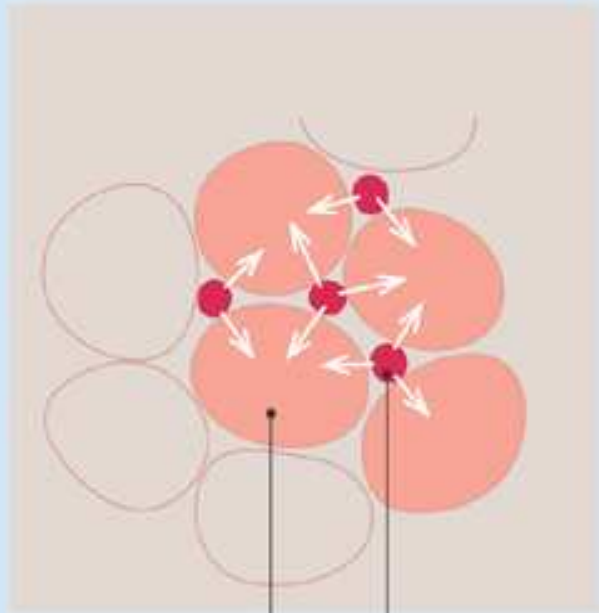
 Georg Thieme Verlag, Stuttgart · New York
Wolfgang Laube: Sensomotorisches System · 2009

Dr. med. sc. (habil.) Wolfgang Laube
Facharzt für Sportmedizin / Physiologie / Physikal. & Rehab. Med.;
Medizinische Informatik – Qualitätsmanagement – Manuelle Medizin

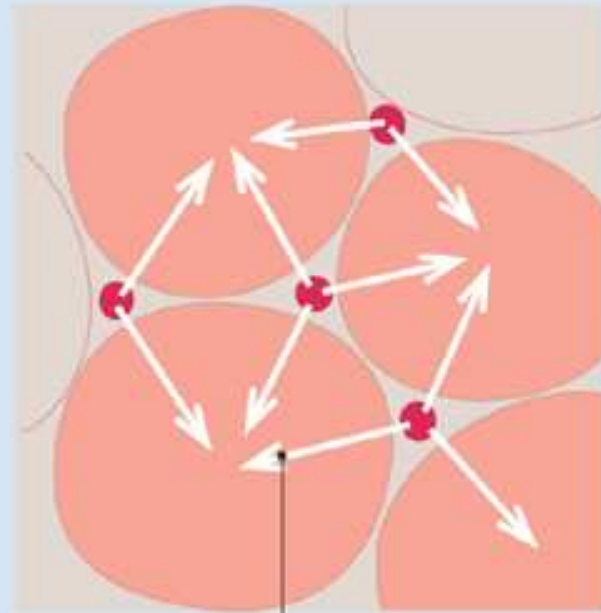


Kraft

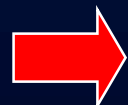
Muskelquerschnitt
vor Krafttraining nach Krafttraining



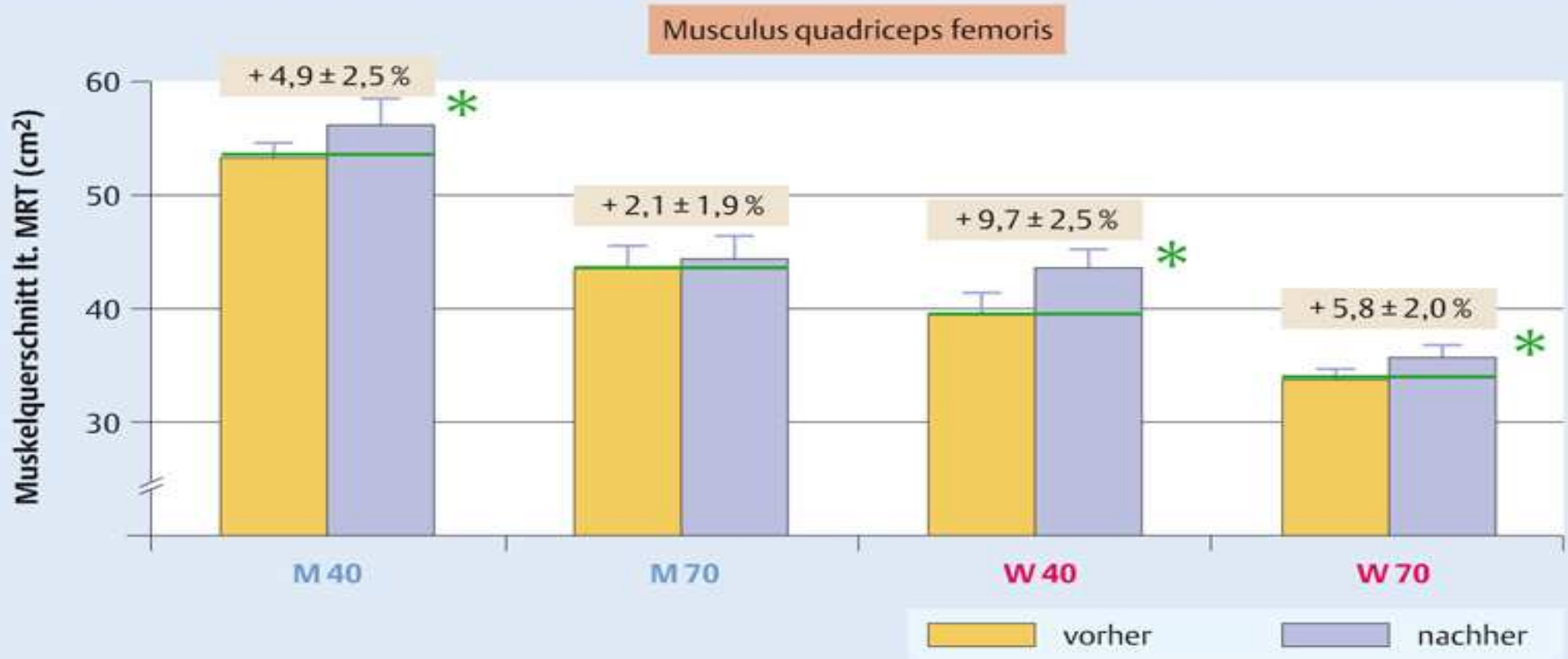
Gefäße
Muskel Fasern




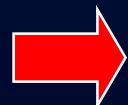
Diffusionswege
Muskel Fasern



Kraft und Trainingsbedarf



 Georg Thieme Verlag, Stuttgart · New York
Wolfgang Laube: Sensomotorisches System · 2009



Gehirn und Kraft

Induktion

- spezifische Erhöhung der Erregbarkeit spinal und zentral (Motorcortex)
- spinal Synaptogenese und damit Beeinflussung der Reflexverschaltungen

hat gegenüber Lerntraining keinen Einfluss!!!! auf die - motorische Repräsentation
= Homunkulus bleibt unverändert

Adkins et al. 2006¹⁹⁹⁴



Komplexprogramm Nachsorge

n = 407

Alter: $69,5 \pm 10,1$ J.

KH: $1,66 \pm 0,08$ cm

KM: $78,6 \pm 15,9$ kg

BMI: $28,7 \pm 5,8$

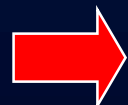
n = 190

Alter: $68,4 \pm 10,5$ J.

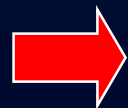
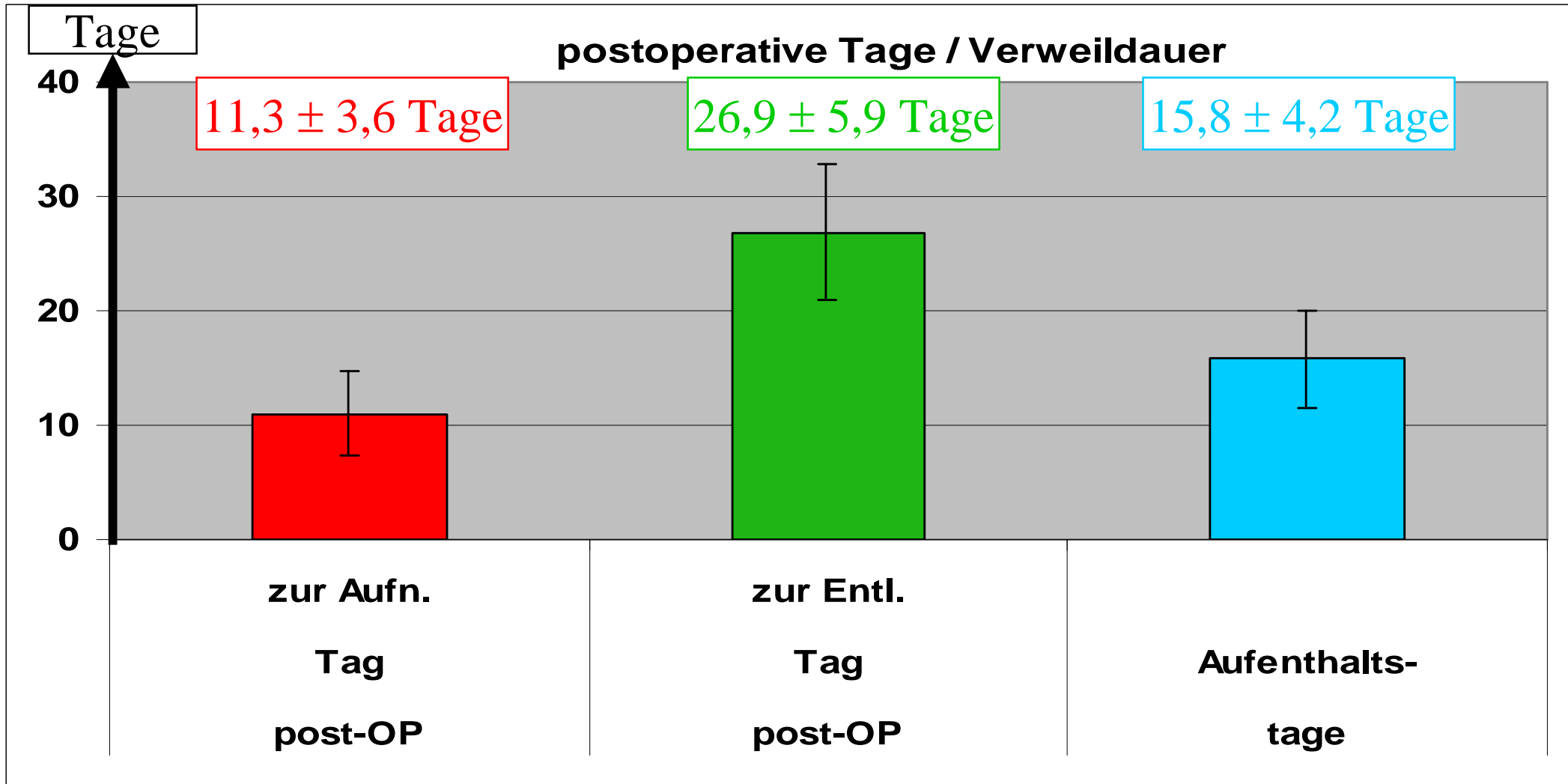
KH: $1,66 \pm 0,09$ cm

KM: $80,6 \pm 17,1$ kg

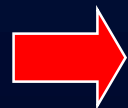
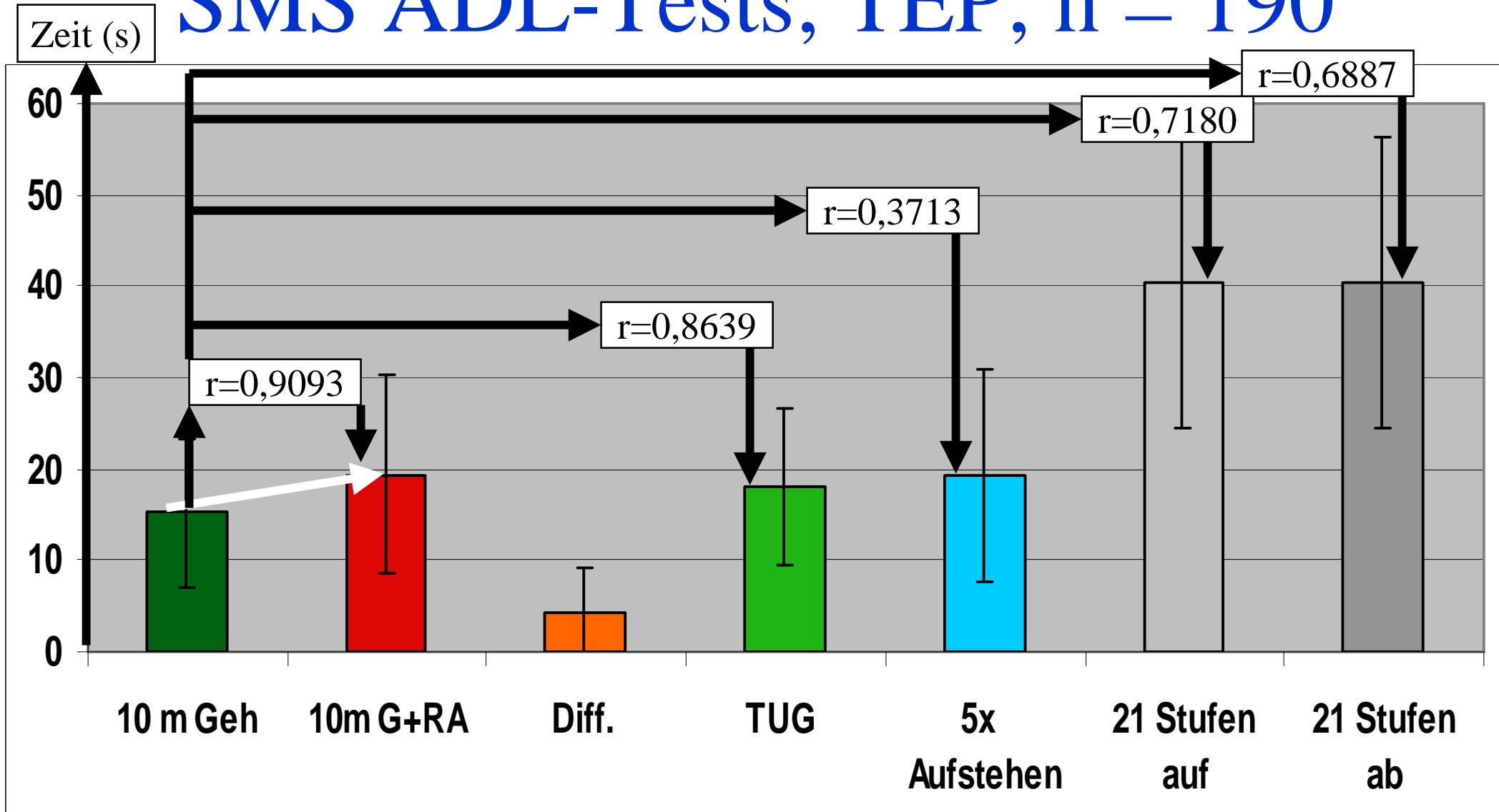
BMI: $29,4 \pm 6,4$



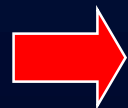
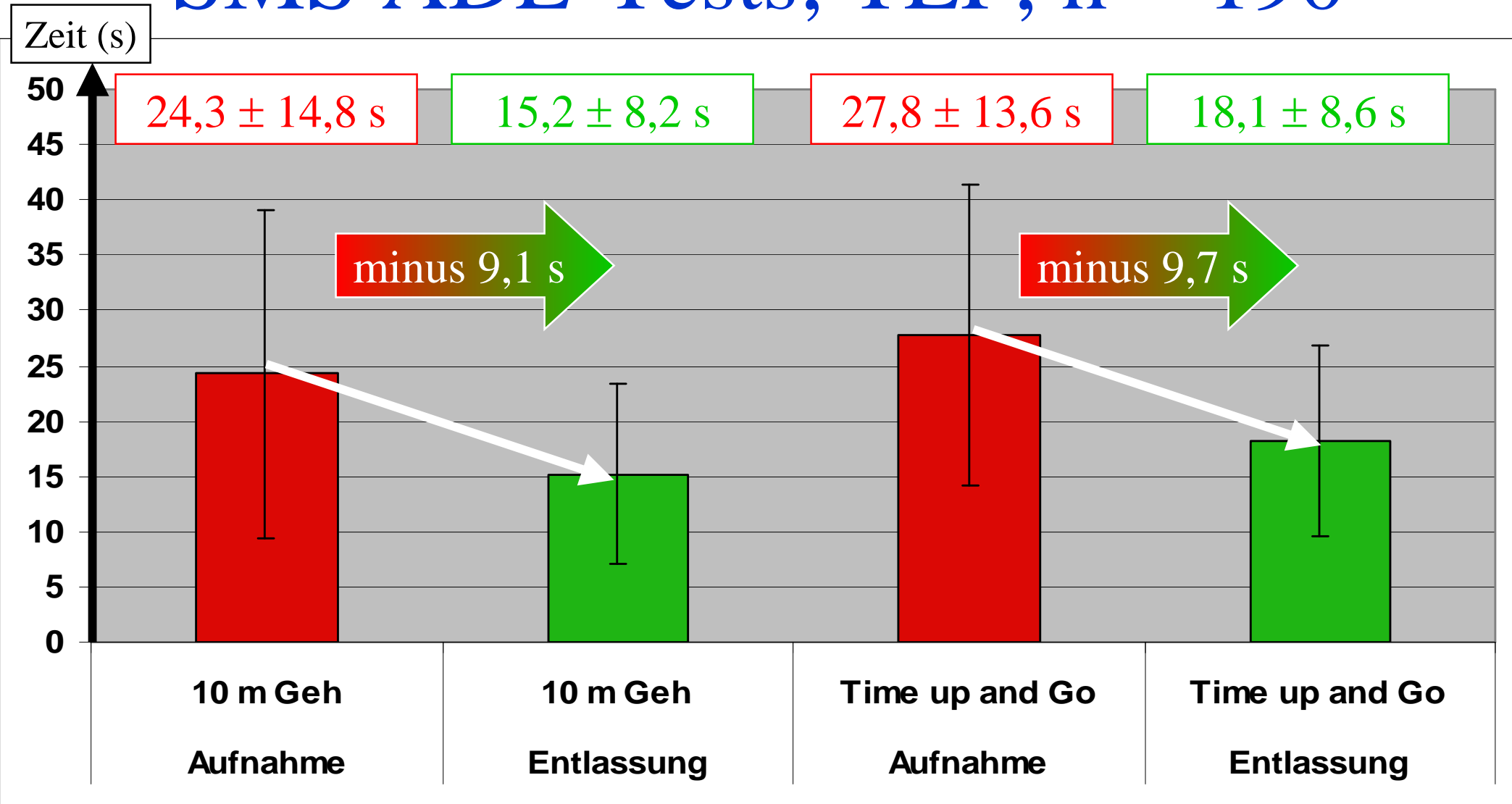
SMS ADL-Tests; TEP; n = 190



SMS ADL-Tests; TEP; n = 190



SMS ADL-Tests; TEP; n = 190



verlängere
Dein
Leben
nicht
die Jahre
Deines
Daseins



Danke für die
Aufmerksamkeit

