



Doctoral Thesis

## Die Fasertypen des menschlichen Skelettmuskels

**Author(s):**

Billeter, Rudolf

**Publication Date:**

1980

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000210670> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH Nr. 6690

DIE FASERTYPEN DES MENSCHLICHEN SKELETTMUSKELS

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels eines

DOKTORS DER NATURWISSENSCHAFTEN

DER

EIDGENOESSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZUERICH

vorgelegt von

Rudolf Billeter

dipl. Natw. ETH

geboren am 10. August 1952

von Stäfa und Männedorf

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. H. M. Eppenberger, Referent

Prof. Dr. E. Jenny, Korreferent

Dr. H. Howald, Korreferent

1980

## Z U S A M M E N F A S S U N G

1. Im menschlichen Skelettmuskel werden 4 Fasertypen unterschieden: Typ I, IIA, IIB und IIC. Neben diesen klar definierten Typen existieren auch Uebergangsformen. Die physiologischen, biochemischen und morphologischen Eigenschaften der Fasertypen sind im ersten Kapitel als Uebersicht von Resultaten aus der Literatur und eigenen Experimenten zusammengestellt.
2. Die Myosinzusammensetzungen der verschiedenen Fasern wurden untersucht. Myosin aus Muskeln erwachsener Menschen besteht aus (mindestens) 3 Typen schwerer Ketten ( $HC_{IIA}$ ,  $HC_{IIB}$  und  $HC_I$ ) und 5 Typen leichter Ketten ( $LC_{1f}$ ,  $LC_{2f}$ ,  $LC_{3f}$ ,  $LC_{1s}$  und  $LC_{2s}$ ). Diese "Isoformen" sind folgendermassen auf die verschiedenen Fasertypen verteilt:  
  
Typ IIA-Fasern enthalten  $HC_{IIA}$  sowie  $LC_{1f}$ ,  $LC_{2f}$  und  $LC_{3f}$ .  
Typ IIB-Fasern enthalten  $HC_{IIB}$  sowie  $LC_{1f}$ ,  $LC_{2f}$  und  $LC_{3f}$ .  
Typ IIC-Fasern enthalten  $HC_{II(A?)}$  und  $HC_I$  sowie alle 5 LC ( $LC_{1f}$ ,  $LC_{2f}$ ,  $LC_{3f}$ ,  $LC_{1s}$  und  $LC_{2s}$ ).  
Typ I-Fasern enthalten  $HC_I$  sowie  $LC_{1s}$ ,  $LC_{2s}$  und  $LC_{1f}$ .  
Manche Typ I-Fasern enthalten auch noch  $LC_{3f}$ , seltene zusätzlich  $LC_{2f}$ .  
Das in Typ I-Fasern vorhandene "Hybrid"-Myosin mit  $HC_I$ ,  $LC_{1s}$ ,  $LC_{2s}$  und  $LC_{1f}$  tritt auch nativ als eine Species auf.  
Anhand der Ergebnisse wird vermutet, dass die "Feinregulierung" der Kontraktionseigenschaften einer Faser durch Variation der LC-Zusammensetzung des Myosin bei konstanter HC geschehen könnte.
3. Studien des Glykogenabbaus bei verschiedenen Belastungen auf dem Ergometer zeigen, dass die Fasern in einer vorbestimmten Reihenfolge eingesetzt werden : Bei geringen Leistungen sind nur die Typ I-Fasern aktiv, bei hohen Leistungen werden mehr und mehr Typ II-Fasern (zuerst IIA, dann IIB) zusätzlich eingesetzt.

4. Eine Analyse der Faserzusammensetzungen in Beinmuskeln der besten Schweizer Mittel- und Langstreckenläufer zeigte: Je länger die bevorzugte Wettkampfdistanz, umso grösser ist der Anteil an Typ I-Fasern.

Es ist möglich, durch Training Typ II- in Typ I-Fasern umzuwandeln (und umgekehrt). Ob diese Muster jedoch nur durch das Training bedingt sind oder ob zusätzlich noch vererbare Faktoren eine Rolle spielen, ist ungewiss.

FIBER TYPES IN HUMAN SKELETAL MUSCLE

Abstract

1. The biochemical and physiological characteristics of human skeletal muscle fiber types (I, IIA, IIB, IIC) are reviewed.

2. The polymorphic nature of human myosin was examined:

As in small mammals such as the rabbit, human skeletal muscle appears to have two principal forms: Fast Myosin with three light chains ( $LC_{1f}$ ,  $LC_{2f}$  and  $LC_{3f}$ ) and slow Myosin with two light chains ( $LC_{1s}$  and  $LC_{2s}$ ). Moreover, the (fast) heavy chains (HC) of type IIA and IIB-fibers were found to differ slightly. The different fiber types were found to have the following myosin compositions:

Type IIA-fibers :  $HC_{fast A}$ ,  $LC_{1f}$  and  $LC_{3f}$

Type IIB-fibers :  $HC_{fast B}$ ,  $LC_{1f}$ ,  $LC_{2f}$  and  $LC_{3f}$

Type IIC-fibers :  $HC_{fast (A?)}$  and  $HC_{slow}$ ,  $LC_{1f}$ ,  $LC_{2f}$ ,  $LC_{3f}$ ,  $LC_{1s}$  and  $LC_{2s}$

Type I-fibers :  $HC_{slow}$ ,  $LC_{1s}$ ,  $LC_{2s}$  and  $LC_{1f}$ , sometimes additionally  $LC_{3f}$ , seldom  $LC_{2f}$ .

Additionally, a hybrid-myosin, composed of  $HC_{slow}$ ,  $LC_{1s}$ ,  $LC_{2s}$  and  $LC_{1f}$  is found to occur as a single native species.

It is suggested that the "fine adjustment" of the contractile properties of a fiber can be made by the light chain composition of its myosin.

3. The recruitment pattern of the fibers was examined in low and high intensity exercise : Type I-fibers were recruited at both levels of exercise, type II-fibers only during more intense exercise.

4. The fiber type compositions in leg muscles of some top swiss middle and long-distance runners were examined. The longer their competing distance, the more type I-fibers they have. It is discussed whether those patterns are hereditary or training induced. Evidence for some training induced transformation of fibers from type II to type I is presented.